ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JUIN 1949.

PRÉSIDENCE DE M. Charles JACOB.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à MM. **Giorgio Abetti**, Directeur de l'Observatoire d'Arcetri, **Paul Bourgeois**, Directeur de l'Observatoire royal de Belgique, **Godofredo Garcia**, Doyen de la Faculté des Sciences de Lima, **Bertil Lindblad**, Directeur de l'Observatoire de Stockholm, **Francesco Severi**, Directeur de l'Institut de Haute Mathématique, à Rome, qui assistent à la séance.

Notice nécrologique sur M. Emmanuel Constantin Teodoresco (1866-1949),
par M. **Raoul Combes**.

E. C. Teodoresco, Correspondant de l'Académie pour la Section de Botanique depuis le 28 avril 1939, était né à Siminicea, dans le district de Botosani, en Roumanie, le 10 mai 1866. Il est mort le 25 avril 1949.

A la fin de ses études supérieures, il était venu demander aux maîtres de la Faculté des Sciences de Paris l'initiation à la recherche scientifique. Ses premiers travaux furent entrepris au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne et au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau sous la direction de Gaston Bonnier. Il reçut de ce dernier, à la fois sa formation de chercheur et une orientation qui devait marquer profondément son activité scientifique. A l'époque où le jeune Teodoresco entrait dans son laboratoire, Gaston Bonnier venait d'ouvrir à la recherche une voie nouvelle qui l'avait conduit à créer cette partie de la Biologie végétale, la Morphologie expérimentale. De nombreux biologistes s'étaient engagés à sa suite dans cette voie; Teodoresco fut parmi ces jeunes chercheurs qui, sous l'impulsion de Gaston Bonnier, réunirent les premières données expérimentales relatives à l'action morphogène qu'exerce le milieu sur les végétaux.

Il débute par des recherches sur les modifications que subissent le fonctionnement physiologique, la structure et la forme des plantes supérieures vertes lorsqu'on les soumet comparativement aux actions de diverses radiations lumineuses. Il montre combien il est nécessaire, dans ces sortes de recherches, de distinguer avec précision les actions de la radiation sur la nutrition carbonée, sur la multiplication cellulaire et sur l'élongation des cellules, et il précise les différences des réactions de ces trois formes de l'activité physiologique ou morphogène sous l'action des diverses radiations. D'autre part, il établit que les radiations vertes provoquent l'apparition de caractères histologiques rappelant ceux que présentent les organes développés à l'obscurité : allongement excessif de la tige et des pétioles, réduction de la surface et de l'épaisseur des feuilles, tandis que les radiations les plus réfrangibles permettent une différenciation des tissus voisine de celle que présentent les plantes recevant de la lumière blanche.

Dans une autre série de recherches expérimentales, il étudie comment se construisent à l'obscurité des extrémités de tiges feuillées portées par des plantes dont une partie des organes chlorophylliens sont laissés à la lumière. Il constate que les organes qui, dans ces conditions, se construisent à l'obscurité à partir de matériaux nutritifs venant d'organes croissant à la lumière, prennent des caractères anatomiques et biochimiques beaucoup plus proches de ceux des plantes exposées en totalité à la lumière que de ceux des plantes exposées en totalité à l'obscurité. Les faits qu'il met ainsi en évidence démontrent que le complexe de substances élaborées à la lumière, qui émigre vers les organes soustraits à son action, leur apporte non seulement les matériaux indispensables à leur croissance, mais par la nature des substances qui le composent et par les concentrations qu'atteignent ses divers constituants, il leur apporte aussi les agents qui en dirigent la construction. Par cette partie de ses recherches, Teodoresco aborde de façon très fructueuse le problème du mécanisme de l'action d'un facteur du milieu sur la morphogénèse.

C'est encore à une question de morphologie expérimentale que s'attaque Teodoresco en étudiant l'action qu'exercent sur les plantes chlorophylliennes des atmosphères présentant des teneurs diverses en gaz carbonique. Il montre que l'air additionné de 2 % de gaz carbonique active l'élongation des tiges, accroît l'épaisseur des feuilles, le volume des espaces aérifères des tissus et provoque une différenciation plus accentuée du tissu palissadique.

Plus tard, étudiant les mouvements des tiges volubiles, il établit que contrairement à l'opinion admise alors, la lumière n'est pas indispensable à la production de ces mouvements.

Par ailleurs, il met en évidence l'action inhibitrice qu'exercent les anesthésiques sur la formation du pigment chlorophyllien.

Nombreux sont les autres problèmes que Teodoresco a étudiés avec succès. Il démontre que chez les plantes vasculaires les tissus de l'écorce ne jouent pas

de rôle important dans la migration des matières organiques. Il met en évidence la résistance des diastases préalablement desséchées à des températures élevées pouvant atteindre dans certains cas près de 200°. Il étudie le rôle des huiles essentielles chez les espèces qui les produisent. A diverses reprises, il s'intéresse à certains groupes d'Algues dont il entreprend l'étude morphologique, physiologique ou biochimique.

Emmanuel Teodoresco était professeur de Physiologie végétale à l'Université de Bucarest. Il était très attaché à notre pays. La plupart de ses travaux scientifiques ont été rédigés en français et ont paru dans les périodiques français. Au cours de sa carrière il a fait de très nombreux séjours en France, revenant aussi souvent qu'il le pouvait dans ce laboratoire de Fontainebleau où il avait effectué ses premiers travaux. Il s'y trouvait encore en 1939, au moment où survint la déclaration de la guerre. Plusieurs de ses élèves y sont venus sur ses conseils s'initier comme il l'avait fait lui-même aux méthodes françaises.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Propriétés fongistatiques d'une Bactérie aérobie sporulée.* Note de MM. **Roger Heim**, **Pierre Fusey** et **Marcel Locquin**.

Au cours de recherches sur les propriétés antibiotiques de certaines substances vis-à-vis des Champignons, nous avons observé dans une boîte de Pétri, sur milieu de Sabouraud, de petites zones stériles autour de colonies bactériennes issues d'une contamination accidentelle. Isolée sur milieu de Sabouraud, cette Bactérie [1] présente les caractères suivants :

Courts bâtonnets, arrondis aux extrémités, très mobiles et, après coloration de Lœffler de même qu'au microscope électronique, ciliés péritriches; prenant le Gram. Les spores, sub-terminales, sont parfois légèrement déformantes (coloration de Botelho et en contraste de phase).

Les mensurations effectuées sur des individus provenant de cultures jeunes et vieilles nous ont donné :

pour des cultures de 24 heures, cellules végétatives $1\text{-}2^{\mu},4 \times 0,6\text{-}0^{\mu},8$, spores $1,3\text{-}1^{\mu},6 \times 0,7\text{-}0^{\mu},8$;

pour des cultures de quelques jours, quelques cellules végétatives plus longues, soit 1,9 à $4^{\mu},5$.

Sa croissance est assez rapide sur milieu de Sabouraud et sur pomme de terre où elle donne des colonies assez épaisses et relativement peu étendues, d'abord d'un blanc sale, puis jaune brunâtre, très plissées et à bordure nettement découpée. Sur milieu à l'avoine, sa croissance est encore plus rapide et la sporulation très abondante; les colonies, blanches, lisses, très minces, s'étendent largement. Sur milieu au malt le développement est beaucoup plus lent, la colonie s'y montre blanc sale, lisse, formée par de longs filaments microscopiques sinueux. Sur milieu de Sabouraud liquide, elle se développe

(1) Nous l'avons cataloguée dans la liste des Cryptogames vivantes conservées au Laboratoire de Cryptogamie du Muséum National, à Paris, sous le n° 1047.

assez lentement : voile après 48 heures, relativement épais, ridulé, collant au verre. Sur bouillon (eau 1000$^{cm^3}$, asparagine 5^g, glucose 60^g, extrait de levure de bière à 1 % 20$^{cm^3}$) : voile après 3 jours, sec, très fragile, se roulant sur lui-même une fois rompu.

La température optimum de croissance est voisine de 27° C.

Cette Bactérie ne produit pas d'indol, acidifie les bouillons peptonés additionnés de glucose ou de maltose alors que le bouillon au lactose reste neutre; le milieu au saccharose est acidifié et le saccharose décomposé en sucres réducteurs (présence d'une invertase). La gélatine est liquéfiée.

Cette Bactérie peut se développer en anaérobiose, mais alors bien plus lentement qu'en aérobiose.

Elle présente une remarquable résistance à certains agents destructeurs : les spores résistent à l'ébullition prolongée et à l'alcool éthylique à 50 % ; le formol à la dose de 5 % dans le milieu ne la tue pas, mais la colonie apparaît alors très plissée, de couleur rose, tandis que son pouvoir antibiotique reste intact.

Quoique cette Bactérie appartienne vraisemblablement au groupe *Bacillus brevis*, elle diffère néanmoins par les caractères suivants de la souche de cette dernière Bactérie appartenant au Centre Cabanel :

Chez le *B. brevis*, les éléments végétatifs mesurent 2-3$^\mu$ $\times$ 0,5-0$^\mu$,7, les spores 1,8-2$^\mu$,2 $\times$ 0,9-1$^\mu$,2 ;

Dans les cultures jeunes les cellules végétatives sont plus longues que celles du n° 1047. Au contraire, dans les cultures vieilles de notre Bactérie, on trouve des cellules plus longues alors que les cultures de *B. brevis* n'offrent dans ces conditions que des cellules courtes : 1,6-2$^\mu$. En outre *B. brevis* n'acidifie pas les milieux sucrés, sauf celui au maltose, et n'intervertit pas le saccharose. On voit donc par ces particularités que les deux bactéries diffèrent nettement.

Essayée vis-à-vis des espèces de la liste-type, établie par deux d'entre nous (H., F.) en vue des essais de contrôle du matériel de télécommunications destiné aux colonies, notre Bactérie n° 1047 s'est montrée active sur toutes les espèces (micro- et macromycètes) qui constituent cette liste (²) :

Thielaviopsis paradoxa (de Seynes) von Höhnel	+++
Sepedonium chartarum Saccas	+++
Aspergillus Tamarii Kita	++
Sterigmatocystis nigra van Tieghem	++
Neurospora sitophila (Mont.) Shear et B. O. Dodge	+
Acrostalagmus Koningi (Oudem.) Duché et Heim	++
Penicillium camerunense Heim	++
Coriolus versicolor Fr. ex Lin	+++
Lentinus tigrinus Fr. ex Bull	+++
Gyrophana lacrymans (Wulf.) Pat	+++

(²) Les trois signes +, ++, +++ correspondent à trois intensités d'action antibiotique progressive : nette, très accusée ou particulièrement puissante.

De même vis-à-vis de trois autres espèces, dont les deux *Penicillium* antibiotiques producteurs de pénicilline :

Sterigmatocystis ochracea (Wilh.) v. Tieghem	++
Penicillium notatum Westl	+++
Penicillium chrysogenum Thom	+++

Vis-à-vis de la Mérule (*Gyrophana lacrymans*), ensemencée 9 jours après le Champignon elle en arrête la croissance au bout de 24 heures.

Tous ces essais ont été faits sur gélose nutritive de Sabouraud.

Nous avons ensuite entrepris d'examiner l'action de cette Bactérie vis-à-vis de quelques *Fusarium*, pour la plupart agents phytopathogènes dont on connaît le rôle essentiel dans de graves affections des cultures, notamment dans la zone intertropicale (les numéros correspondent aux souches de la Mycothèque du Laboratoire de Cryptogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle) :

Fusarium argillaceum (Fr.) Sacc.	N°s 633 *bis*	+++
» *arthrosporoides* Sherb.	386	+++
» *avenaceum* (Fr.) Sacc.	384	+++
» *bulbigenum* Cke. et Mass. (³)	416	++
» »	5	++
» »	14	+
» »	17	+
» »	19	+, puis —
» »	21	++
» »	22	++
» »	23	+
» »	26	++
» »	86	++
» *decemcellulare* Brick	533	+++
» *javanicum* Kds.	404	+++
» *oxysporum* Schl.	478	+++
» *oxysporum* Schl. var. *cubense* (Erw. Sm.) Woll.	477	+++
» *semitectum* Berk. et Rav. var. *majus* Woll.	685	+++
» *solani* (Mart.) App. et Woll. var. *Martii* (App. et Woll.) Woll.	686	+++
» *vasinfectum* Atk.	532	+++

Les propriétés hautement fongistatiques de cette Bactérie, telles qu'elles viennent d'être exposées, nous permettent de penser que les (ou la) substances antibiotiques qu'elle produit pourraient être utilisées avec fruit dans la lutte contre certaines maladies, notamment mycoses et trachéomycoses, de nos

(³) La plupart de ces souches de *Fus. bulbigenum* proviennent d'isolements réalisés récemment à la suite de notre mission au Congo français, à partir soit de sols de palmeraies, soit de diverses parties végétatives d'*Elæis* atteints par la maladie dite du boyomi.

cultures tropicales. Des essais au moyen de notre Bactérie sont actuellement en cours à ce propos, comparativement avec le *Penicillium camerunense* Heim, dont l'action fongistatique a été mise par ailleurs récemment en évidence [4].

TOPOLOGIE ALGÉBRIQUE. — *Détermination, dans les cas non exceptionnels, de l'anneau de cohomologie de l'espace homogène quotient d'un groupe de Lie compact par un sous-groupe de même rang.* Note de M. **Jean Leray.**

Notations. — X est un groupe de Lie compact et connexe; Y est un sous-groupe de X; T est un sous-groupe abélien de Y :

$$T \subset Y \subset X;$$

X, Y et T ont le même rang l. Soit N_T le normalisateur de T dans X; si $n \in N_T$ l'automorphisme $t \to n^{-1}tn(t \in T)$ de T et l'application $xT \to xnT(x \in X)$ de l'espace homogène $U = X/T$ sur lui-même ne dépendent que de nT : si nous posons

$$\Phi_Y = (Y \cap N_T)/T \subset \Phi_X = N_T/T, \qquad V = Y/T \subset U = X/T, \qquad W = X/Y = U/V,$$

le groupe fini Φ_X opère sur les espace T et U; son sous-groupe Φ_Y opère en outre sur V et applique identiquement W sur lui-même. $\mathcal{H}_X$, $\mathcal{H}_U$, ... sont les algèbres de cohomologie de X, U, ... relatives à un même corps commutatif, de caractéristique nulle; $X(s)$ désigne le polynome de Poincaré de X.

Nous utiliserons les propriétés [1] de T, U, Φ_X découvertes par Killing, E. Cartan, H. Weyl, A. Weil, H. Hopf, H. Samelson, E. Stiefel et les invariants topologiques [2] que nous avons attachés aux applications. Tous les groupes envisagés, étant des groupes de Lie compacts, sont des produits de groupes simples, *que nous supposerons appartenir aux quatre grandes classes;* pour lever cette restriction il suffirait d'étendre le lemme aux cinq groupes simples *exceptionnels.*

Lemme. — *a. Les éléments de $\mathcal{H}_T$ ayant pour degré* 1 *constituent une représentation linéaire fidèle $\mathfrak{T}$ de Φ_X; $\mathcal{H}_T$ est l'algèbre extérieure $\bigwedge \mathfrak{T}$ de $\mathfrak{T}$, c'est-à-dire l'anneau des polynomes ayant pour arguments les éléments de $\mathfrak{T}$, la multiplication de ces éléments étant anticommutative; soit $\mathfrak{Q}$ l'anneau des polynomes ayant pour*

---

[4] Roger Heim, J. Nouvel et Ath. Saccas. *Bull. Acad. Roy. de Belgique, Sciences*, 5e série, 35, 1949, p. 42-49.

[1] *Voir* H. Hopf, *Comm. math. helv.*, 15, 1942, p. 59-70.

[2] *Journ. Math.* (à paraître); *Comptes rendus*, 222, 1946, p. 1366, 1419; 223, 1946, p. 395, 412; 228, 1949, p. 1545, 1784. Ces Notes seront désignées par $(N_1)...(N_6)$. Le no 1 de (N_5) énonce avec la terminologie actuelle les conclusions de (N_1) et (N_2); la différentielle Δ_1 de (N_4) est actuellement notée δ_2. Signalons que dans la formule (8) de (N_3) $\mathcal{P}(t)$ doit être remplacé par $t\mathcal{P}(t)$.

arguments les éléments de $\mathfrak{P}$, la multiplication de ces éléments étant commutative; soit $\mathcal{R}_X$ l'anneau que constituent les éléments de $\mathfrak{Q}$ invariants par Φ_X (c'est-à-dire par chaque opération de Φ_X); soit $\mathcal{S}_X$ l'idéal de $\mathfrak{Q}$ qu'engendrent les éléments de $\mathcal{R}_X$ de degré > 0 : il existe un isomorphisme canonique, doublant le degré, de $\mathfrak{Q}/\mathcal{S}_X$ sur $\mathcal{H}_U$; $\mathfrak{Q}/\mathcal{S}_X$ et $\mathcal{H}_U$ sont des représentations de Φ_X équivalentes à l'algèbre de ce groupe; l'algèbre $\mathcal{H}_U$ est engendrée par son unité et l'ensemble de ses éléments de degré 2; cet ensemble sera noté $\mathfrak{P}_U$.

b. $\mathcal{H}_U \otimes \mathcal{H}_T$ *a une différentielle* δ_2; *son algèbre d'homologie est* $\mathcal{H}_X$; δ_2 *applique isomorphiquement* $1 \otimes \mathfrak{P}$ *sur* $\mathfrak{P}_U \otimes 1$.

c.

$$X(s) = \prod_{\lambda=1}^{l} (1 + s^{2m_\lambda - 1}); \qquad U(s) = \prod_{\lambda=1}^{l} \frac{1 - s^{2m_\lambda}}{1 - s^2};$$

$\mathcal{R}_X$ *est engendré par* l *éléments indépendants de degrés* m_λ.

Preuve. — Si ce lemme est vrai pour deux groupes X, il est vrai pour leur produit; or il est vrai pour les groupes simples des quatre grandes classes d'après (N_4) et le n° 5 *b* de (N_6).

Théorème. — *a. L'application canonique* η *de* $U = X/T$ *sur* $W = X/Y$ *a pour réciproque un isomorphisme* $\overset{-1}{\eta}$ *de* $\mathcal{H}_W$ *dans* $\mathcal{H}_U$; $\overset{-1}{\eta}\mathcal{H}_W$ *est l'ensemble des éléments de* $\mathcal{H}_U$ *invariants par* Φ_Y. *L'isomorphisme canonique de* $\mathcal{H}_U$ *sur* $\mathfrak{Q}/\mathcal{S}_X$ *applique* $\overset{-1}{\eta}\mathcal{H}_W$ *sur* $\mathcal{R}_Y\mathcal{S}_X/\mathcal{S}_X \simeq \mathcal{R}_Y/(\mathcal{R}_Y \cap \mathcal{S}_X)$. *La caractéristique d'Euler de* W *est* (³) *l'indice de* Φ_Y *dans* Φ_X.

b. Si Y *est connexe, on a, conformément à une hypothèse de G. Hirsch, vérifiée par J.-L. Koszul quand* W *est symétrique :*

$$W(s) = \prod_{\lambda=1}^{l} \frac{1 - s^{2m_\lambda}}{1 - s^{2n_\lambda}}; \qquad X(s) = \prod_{\lambda=1}^{l} (1 + s^{2m_\lambda - 1}); \qquad Y(s) = \prod_{\lambda=1}^{l} (1 + s^{2n_\lambda - 1}).$$

c. Soit Z *la composante de* Y *contenant l'unité; le groupe fondamental de* W *est* $Y/Z \simeq \Phi_Y/\Phi_Z$; *ce groupe opère sur* X/Z, *qui est le revêtement simplement connexe de* W; *ce groupe opère sur* $\mathcal{H}_{X/Z}$ *comme* Φ_Y/Φ_Z *opère sur l'ensemble des éléments de* $\mathcal{H}_U$ *invariants par* Φ_Z.

Preuve, quand Y *est connexe.* — L'isomorphisme que définit δ_2 de $\mathfrak{P}$ sur $\mathfrak{P}_V$ (lemme *b*) s'obtient en composant celui de $\mathfrak{P}$ sur $\mathfrak{P}_U$ et l'homomorphisme de $\mathcal{H}_U$ dans $\mathcal{H}_V$ nommé section par V; cette section est donc un isomorphisme de $\mathfrak{P}_U$ sur $\mathfrak{P}_V$ et, puisque $\mathfrak{P}_V$ engendre $\mathcal{H}_V$, un homomorphisme de $\mathcal{H}_U$ sur $\mathcal{H}_V$. Or W est simplement connexe; donc, d'après les formules (5), (7), (8) de (N_3):

l'application canonique de U sur $W = U/V$ a pour réciproque un isomorphisme de $\mathcal{H}_W$ dans $\mathcal{H}_U$;

le polynome de Poincaré de U est le produit de ceux de V et W.

(³) H. Hopf et H. Samelson, *Comm. math. helv.*, 13, 1940, p. 240.

Plus précisément, $\mathcal{H}_W \otimes \mathcal{H}_Y$ et $\mathcal{H}_U$ sont des représentations linéaires équivalentes de Φ_Y; or $\mathcal{H}_W$ est l'ensemble des éléments de $\mathcal{H}_W \otimes \mathcal{H}_U$ invariants par Φ_Y; l'image de $\mathcal{H}_W$ dans $\mathcal{H}_U$ est donc l'ensemble des éléments de $\mathcal{H}_Y$ invariants par Φ_Y.

Preuve quand Y *n'est pas connexe.* — Soient ζ et θ les applications canoniques de X/T dans X/Z et de X/Z dans W : $\eta = \theta\zeta$. Le groupe Y/Z opère sur l'espace X/Z; en identifiant les transformés par ce groupe de chaque point de X/Z on obtient l'espace W ; donc $\overset{-1}{\theta}$ est un isomorphisme de $\mathcal{H}_W$ sur l'ensemble des éléments de $\mathcal{H}_{X/Z}$ invariants par Y/Z. Il en résulte que $\overset{-1}{\eta} = \overset{-1}{\zeta}\overset{-1}{\theta}$ est un isomorphisme de $\mathcal{H}_W$ sur l'ensemble des éléments de $\overset{-1}{\zeta}\mathcal{H}_W$ invariants par Φ_Y/Φ_Z; cet ensemble est celui des éléments de $\mathcal{H}_U$ invariants par Φ_Y.

Corollaire 1. — *Soient* Y *et* Z *deux sous-groupes de* X *ayant même rang que* X *et tels que* $Z \subset Y \subset X$: X/Z *a pour fibre* Y/Z *et pour base* X/Y. *L'application de* X/Z *sur* X/Y *a pour réciproque un isomorphisme de* $\mathcal{H}_{X/Y}$ *dans* $\mathcal{H}_{X/Z}$. *Supposons* Y *connexe : l'application topologique de* Y/Z *dans* X/Z *a pour réciproque un homomorphisme de* $\mathcal{H}_{X/Z}$ *sur* $\mathcal{H}_{Y/Z}$; $\mathcal{H}_{X/Z}$ *et* $\mathcal{H}_{X/Y} \oplus \mathcal{H}_{Y/Z}$ *sont des modules isomorphes*, mais non des algèbres isomorphes : si Z est abélien, $\mathcal{H}_{X/Z}$ et $\mathcal{H}_{Y/Z}$ sont engendrés par des éléments de degré 2; $\mathcal{H}_{X/Y}$ ne l'est pas.

Corollaire 2. — *a.* $\mathcal{H}_W$ *ne dépend que de* X *et* $Y \cap N_T$. *On obtient donc l'ensemble* $\mathcal{E}(X)$ *des algèbres de cohomologie des espaces homogènes quotients de* X *par un sous-groupe* Y *de même rang en choisissant pour* Y *tous les sous-groupes de* N_T *contenant* T.

b. Les éléments de $\mathcal{H}_U$ *invariants par un sous-groupe de* Φ_X *constituent un anneau; l'ensemble de ces anneaux est* $\mathcal{E}(X)$.

c. $\mathcal{E}(X_1 \times X_2)$ *est l'ensemble des produits tensoriels des éléments de* $\mathcal{E}(X_1)$ *par ceux de* $\mathcal{E}(X_2)$.

PHYSIQUE ATMOSPHÉRIQUE. — *Étendue verticale des rayons d'aurore boréale dans les parties de l'atmosphère à l'ombre et au soleil.* Note (*) de M. **Carl Stoermer.**

Depuis 1911, j'ai eu à ma disposition une série de stations reliées par téléphone, pour pouvoir déterminer photogrammétriquement la hauteur et la situation des aurores boréales observées dans la Norvège méridionale.

Plus de 35000 photographies réussies de l'aurore ont été prises, mais on en a seulement étudié un petit nombre jusqu'à présent. Cependant, plus de 12000 points sur l'aurore ont été mesurés, et parmi eux un grand nombre sur les rayons auroraux. Il y a une grande différence entre les rayons situés dans les parties de l'atmosphère non éclairées par le Soleil et les rayons situés dans les parties éclairées. Nous avons déjà indiqué cette différence dans un mémoire

(*) Séance du 8 juin 1949.

paru en 1929 dans le *Zeitschrift für Geophysique*. En effet, les rayons éclairés par le Soleil sont environ deux fois plus haut que ceux qui sont dans l'ombre, et leurs bases ont une tendance à suivre la limite entre les parties éclairées et celles qui sont dans l'ombre. Enfin, leur spectre est différent de celui des aurores ordinaires.

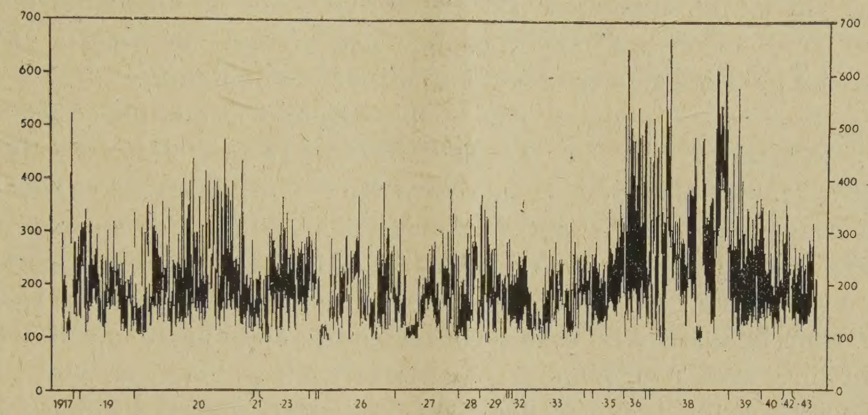


Fig. 1. — Situation des rayons auroraux dans la partie dè l'atmosphère non éclairée par le Soleil.

En plaçant tous les rayons auroraux en projection verticale l'un à côté de l'autre par ordre chronologique, on obtient des diagrammes très instructifs

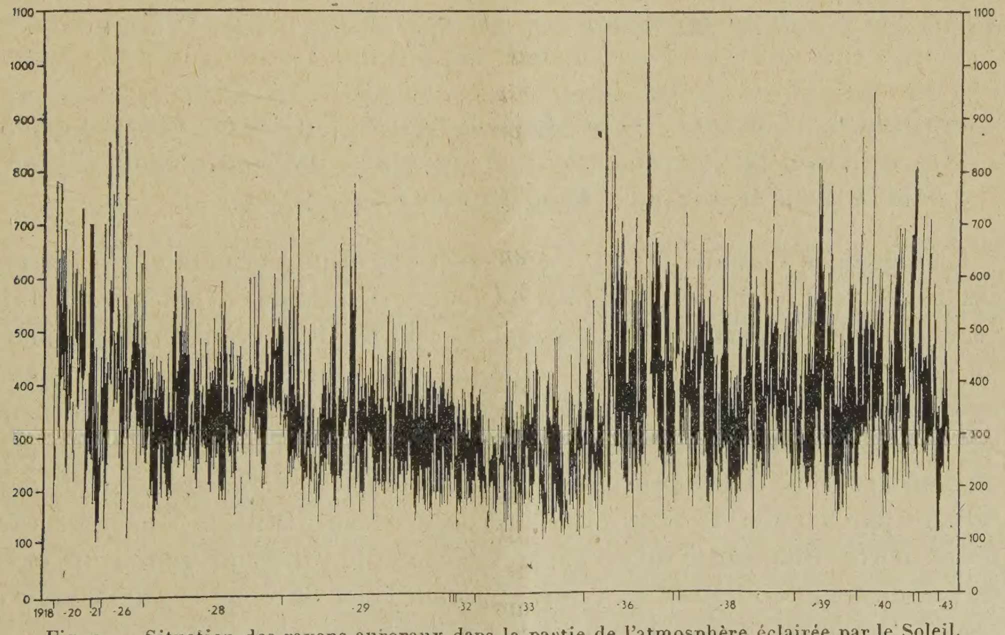


Fig. 2. — Situation des rayons auroraux dans la partie de l'atmosphère éclairée par le Soleil.

pour illustrer la différence de longueur et de situation des deux sortes de rayons.

Sur la figure 1, on voit tous les rayons dans l'ombre, et sur la figure 2, tous

ceux qui sont au Soleil. Des deux côtés, on a indiqué l'échelle des hauteurs en kilomètres, et à la base, les années.

A l'aide de petits traits à la base ou au sommet des rayons, nous avons marqué les cas où ces points ont été mesurés.

Ces figures font bien ressortir la grande différence entre les deux sortes de rayons. On y voit aussi que pendant les périodes de maximum d'aurores polaires et d'activité du Soleil, comme par exemple de 1936 à 1939, les rayons sont plus longs que pendant les périodes de minimum.

On y observe ainsi quelques phénomènes dignes de remarque :

Sur la figure 1, on voit que les bases des rayons observés à la fin de l'année 1938, sont placées très haut, entre 300 et 500^{km}. Cela est en effet dû aux rayons rouges dans des plaques de même couleur, au mois de novembre 1938.

Sur la figure 2, les cas où les sommets des rayons dépassent 1000^{km} ont eu lieu le 8 septembre 1926, après le coucher du Soleil, et le 17 octobre 1936, vers l'aube. Dans les deux cas, l'aurore était immobile aussi longtemps que la pose pouvait durer assez pour photographier les très faibles sommets.

Il est intéressant de remarquer que la constatation de la hauteur immense des rayons auroraux est une vérification éclatante des mesures prises visuellement par Maïran en France, au milieu du XVIIe siècle.

Pour plus de détails et pour références à la littérature scientifique, *voir* mes travaux dans les *Geofysiske Publikasjoner*, Oslo, et dans les derniers volumes du journal *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, Washington.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'action comparée de l'acide acétique dilué et de l'eau sur le chondriome de la cellule végétale*. Note (*) de MM. **Pierre Dangeard** et **P. de Puytorac**.

L'un de nous a montré [1] que l'acide acétique dilué permettait dans certains cas de détruire le chondriome plus ou moins complètement dans les cellules végétales, tout en permettant à ces mêmes cellules de survivre et de régénérer un nouveau chondriome. Il ne semble pas que l'eau employée seule comme agent destiné à provoquer des altérations cellulaires soit susceptible de mener aux mêmes résultats. C'est ce que montrent un certain nombre d'expériences où nous avons cherché à provoquer des altérations du chondriome sur diverses cellules par l'action de l'eau ordinaire ou de l'eau distillée. Nous avons fait porter notre étude sur le tubercule de Chicorée, le tubercule de Carotte et sur les cellules épidermiques du bulbe d'*Allium Cepa* en comparant l'action de l'eau à l'action de l'acide acétique dilué au millième.

(*) Séance du 8 juin 1949.

[1] *Le Botaniste*, 31, 1942, p. 189.

Dans le tubercule de Chicorée, objet d'études précédentes de M. Buvat [2], nous avons constaté que l'action de l'eau déterminait la transformation des chondriosomes en filaments et en réseaux, mais ne détruisait nullement le chondriome dans des cellules qui peuvent rester fort longtemps vivantes.

Au moyen d'acide acétique dilué, sur le même objet, nous avons obtenu au contraire l'hypertrophie et la cavulation des mitochondries et finalement leur destruction partielle ou complète. Nous avons vu que des cellules dont le chondriome était en partie détruit ou vésiculisé pouvait survivre et régénérer un chondriome de nouvelle formation.

Dans la Carotte, les cellules étudiées ont un chondriome qui résiste à l'action prolongée de l'eau et ne donne pas lieu à la formation de filaments ramifiés et de réseaux comme c'est le cas avec le tubercule d'Endive. Par contre, l'action de l'acide acétique produit dans les cellules du tubercule de Carotte les mêmes résultats que pour les cellules d'Endive, c'est-à-dire qu'il y a successivement hypertrophie, cavulation et vésiculisation. Cependant, par suite de l'abondance du paraplasme, il n'a pas été possible d'étudier la régénération du chondriome dans des cellules dont les mitochondries ont été plus ou moins complètement détruites sous l'action de l'acide acétique dilué.

Dans l'Oignon, les cellules épidermiques des écailles bulbaires sont très résistantes à l'action de l'eau. Des cellules placées dans l'eau entre lame et lamelle vivent fort longtemps (plusieurs jours) sans présenter de signes d'altération sensibles. Dans l'eau acétifiée les eellules en question se montrent également résistantes, et il est souvent difficile d'obtenir la cavulation et la vésiculation des mitochondries, au moins avec les solutions diluées ordinaires. En raison du seuil trop étroit existant entre la destruction du chondriome même partielle et la nécrose irréversible de la cellule, il n'a pas été possible d'observer de cas probants d'une régénération du chondriome.

Il résulte des observations précédentes que l'action de l'eau sur le chondriome s'est montrée différente suivant les cellules étudiées, tandis qu'avec l'acide acétique nous avons obtenu dans tous les cas, plus ou moins facilement, des altérations allant de la simple hypertrophie à la cavulation et à la vésiculisation suivie de destruction complète. L'acide acétique dilué permettant de détruire ou d'altérer le chondriome plus ou moins complètement dans une cellule capable de survie, fournit l'occasion d'observer la régénération de ce chondriome apparemment *de novo*.

En effet, ces nouvelles recherches confirment que les mitochondries simplement hypertrophiées sont capables de subsister dans une cellule en voie de rétablissement en donnant lieu à des formes filamenteuses simples ou ramifiées d'une épaisseur plus grande que les chondriocontes normaux; ce premier stade d'altération se montre donc réversible; au contraire les

---

(2) *Revue de Cytol. et de Cytoph. végét.*, X, 1948, p. 5.

mitochondries cavulisées et surtout celles qui ont atteint le stade de vésicules à paroi mince ne sont pas susceptibles d'une restauration; elles disparaissent peu à peu par une lyse progressive. Lorsque l'on amène les cellules dans l'état où la plus grande partie des mitochondries est transformée en sphères creuses ou en vésicules, il semble bien que le seul mode possible de rétablissement d'un chondriome normal soit par néoformation au sein du cytoplasme.

Nos recherches sur l'action de l'eau, par contre, nous ont montré qu'il était bien possible par ce moyen de provoquer des altérations de chondriome, mais que celles-ci étaient en général très lentes à se manifester et qu'elles allaient difficilement jusqu'à la destruction du chondriome. Dans le cas du tubercule de Chicorée nous avons vérifié l'obtention d'un chondriome filamenteux ou réticulé sous l'action de l'eau comme l'avait déjà décrit M. Buvat, mais les cellules où interviennent ces changements ont conservé leur vitalité et celle-ci ne semble pas fortement diminuée. Leur chondriome, modifié dans sa configuration, ne semble pas altéré dans sa constitution. Les changements obtenus sont en conséquence parfaitement réversibles. On ne saurait donc déduire des observations faites avec cette méthode à l'impossibilité ou même à l'improbabilité d'une néoformation du chondriome puisqu'on se place dans des conditions telles qu'une régénération du chondriome est possible à partir d'éléments pré-existants non détruits.

Sir **Chandrasekhara Venkata Raman** adresse à l'Académie deux Volumes qui lui ont été consacrés par *The Indian Academy of Sciences* : 1° *Jubilee volume of original papers presented by commemoration of his fiftieth birthday* (7 novembre 1938); 2° *Jubilee volume of original papers presented in commemoration of his sixtieth birthday* (7 novembre 1948).

M. **René Maire** fait hommage d'un Volume de *Travaux botaniques* qui lui ont été dédiés à l'occasion de son jubilé scientifique (28 mai 1949).

DÉSIGNATIONS.

Dans la formation d'une liste de candidats à la Chaire de Physique appliquée aux Sciences naturelles du Muséum National d'Histoire Naturelle, pour la première ligne, M. *Yves Le Grand* obtient 36 suffrages, contre 22 à M. *Louis Bugnard;* il y a 2 bulletins blancs.

Pour la seconde ligne, M. *Louis Bugnard* obtient 42 suffrages; il y a 6 bulletins blancs et 1 bulletin nul.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Éducation Nationale comprendra :

En première ligne . . . . M. **Yves Le Grand**.
En seconde ligne . . . . M. **Louis Bugnard**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Claude Bernard. *Arzhur Breizh. Pezh-C'hoari e pemp arvest kentan mouladur brezhonek* (Traduit en langue bretonne par Jean-Marie Le Goff).

2° Viking Fund. *Ruth Fulton Benedict. A Memorial.*

3° *Seventh pacific science Congress. Second Report*, in *New Zealand Science Review*.

ALGÈBRE. — *Groupoïdes ordonnés* (¹). *L'ordre lexicographique pondéré.* Note de M. **Dov Tamari**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Groupe des quotients et ordre partiel. — *La condition nécessaire pour l'immersion d'un semi-groupe partiellement ordonné à dr. dans un (quasi-) groupe ordonné à dr. (à savoir les règles de simplification à dr.) est aussi suffisante pour le prolongement de l'ordre de* $\mathcal{D}$ *à un ordre de* $Q(\mathcal{D})$. La définition donnée entraîne ici a/b, c/d non-comparable $\leftrightarrow bb' = dd' \in \mathcal{D}_1$ et ab', cd' non-comparable. Les autres énoncés aussi restent valables sans modification.

Anneaux ordonnés à dr. $\mathbf{A}$: Le même ordre doit être admis à dr. à la fois par son groupe additif $\mathcal{A}$ et par son demi-groupe multiplicatif $\mathcal{D}$. Par définition d'une addition convenable, $Q(\mathcal{D})$ devient $Q(\mathbf{A})$, *et l'unique prolongement de l'ordre multiplicatif sera de lui-même un prolongement de l'ordre additif :* $Q(\mathbf{A})$ *sera un corps (anneau) ordonné à dr.*

Les semi-groupes (anneaux) réguliers ordonnés (les semi-groupes d'intervalle inclus) sont des cas spéciaux des semi-groupes (anneaux) topologiques possédant une structure uniforme qu'on peut plonger dans un groupe (corps) topologique des quotients. La propriété des groupes ordonnés d'être d'eux-mêmes groupes topologiques (topologie intrinsèque) ne s'étend pas aux semi-groupes.

Un semi-groupe d'intervalle donné $\mathcal{I}_S$ peut être écrit additivement ou multiplicativement et donc être plongé dans un *corps d'intervalle* de deux manières différentes. $\mathcal{I}_S$ (convenablement organisé) peut être considéré comme un *semi-anneau* : par extension additive Q_a on obtient un groupe d'intervalle $\mathcal{I}_{Ga} = Q_a(\mathcal{I}_S)$ qui est un anneau et donc un corps (chaque anneau d'intervalle

(¹) *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 1092 et 1184. Errata : dans le théorème 1, p. 1092, $I \times I$ *dans* I (au lieu de *sur*), dans la définition de l'ordre des quotients, p. 1186, $ab' < cd'$ (au lieu de $=$). Nous reprenons les notations antérieures. Pour la construction du groupe (corps) des quotients d'un semi-groupe, *cf.* le livre de M. P. Dubreil, *Algèbre*, 1946, p. 136.

est déjà un corps), par extension multiplicative Q_m un $\mathcal{J}_{Gm} = Q_m(\mathcal{J}_S)$ qui est un semi-anneau particulier, à savoir la partie positive d'un corps.

Si $a, -a \in \mathbf{A}$ *sont distincts et comparables, on a* $\chi_m(-a) = -\chi_m(a)$ (χ_m caractère multiplicatif à dr.). *Dans un anneau contenant une telle paire* $a, -a$, *le semi-groupe multiplicatif n'est pas conservatif.* Si a est régulier (non diviseur de zéro) à dr. il y a des inverseurs, donc des éléments sans *racine carrée.* En cas de caractéristique 2, en particulier pour le corps totalement ordonné $\{0, 1\}$ (mod 2) le contraire a lieu.

S'il y a dans $\mathbf{A}$ *un élément régulier à dr., somme de deux éléments réguliers à dr.* (*non nécessairement distincts*), *le groupe additif est conservatif.* La démonstration dépend des deux lois distributives. On a le corollaire évident : *Si* $\mathbf{A}$ *n'a pas de diviseurs de zéro, en particulier si* $\mathbf{A}$ *est un corps, le groupe additif est conservatif.*

Remarque. — On obtient un anneau ordonné, partant d'un groupe abélien ordonné non conservatif quelconque comme groupe additif, en posant le *produit* de deux éléments $= 0$. La question des *meilleures* conditions du théorème reste ouverte.

La relation « entre ». — Un ordre des éléments d'un groupoïde $\mathcal{G}$ ne sera pas un ordre admis à dr. si et seulement si dans $\mathcal{G}$,

$$\text{(I)} \qquad \exists\,(a_1 < a_2,\ a_3 < a_4;\ t \in \mathcal{C})\,(a_1 t < a_2 t,\ a_3 t > a_4 t).$$

Si l'ordre est total, on peut obtenir un critère équivalent en utilisant la notion *entre* dans le sens ordinaire

$$\text{(II)} \qquad \exists\,(b_1 \text{ entre } b_2,\ b_3;\ t \in \mathcal{C})\,(b_1 t \text{ non entre } b_2 t,\ b_3 t).$$

Évidemment (II) $\rightarrow$ (I). On montre (I) $\rightarrow$ (II) ou en examinant toutes les combinaisons possibles dans (I), ou par absurde : non-(II) $\rightarrow$ non-(I); d'où :

Un ordre groupoïde total à dr. est caractérisé par l'invariance de la relation entre *par rapport aux translations à dr. par* $t \in \mathcal{C}$. On pourrait donc partir d'une introduction axiomatique de la relation *entre.*

Éléments incomparables. — Dans un demi-groupe les éléments distincts d'ordre 2 sont incomparables entre eux, de même un élément a d'ordre > 2 et l'unité ou a et a^2. Inversement une propriété entraînant l'incomparabilité démontre l'impossibilité d'un raffinement jusqu'à l'ordre total.

Ordre double : le même ordre des éléments d'une structure constitue un ordre admis à dr. et à g. L'ordre d'un anneau ordonné est double, si son ordre multiplicatif l'est. Si dans un groupoïde a est conservateur à dr. et inverseur à g. et b inversement, ils sont incomparables. Un tel élément a ne permute avec aucun c distinct comparable.

Les ordres « lexicographiques ». — Soit $\mathcal{L}$ un semi-groupe *libre* engendré par un *alphabet* (ensemble des générateurs totalement ordonné) $\{g_i\}$, $i \in$ I. Comprenons le terme *ordre lexicographique* Ω_λ de $\mathcal{L}$ dans son sens verbal exact :

Ω_λ de $\mathfrak{L}$ est un ordre gauche, conservatif, total, non archimédien, mais n'est pas un ordre droit (sauf le cas trivial d'un seul générateur où l'ordre est double et archimédien); on suppose l'écriture de gauche à droite.

Souvent on comprend par l'ordre lexicographique l'ordre partiel des *mots* d'une même longueur suivant l'alphabet. En ordonnant de plus suivant la longueur on obtient un ordre Ω_l *qui est un ordre double, conservatif, total, archimédien. Il est discret partout* (c'est-à-dire entre deux éléments quelconques se trouvent seulement un nombre fini d'éléments) *si et seulement si le nombre des générateurs est fini.*

L'ORDRE LEXICOGRAPHIQUE PONDÉRÉ. — Ω_λ et Ω_l sont deux cas extrémaux spéciaux de Ω_π, l'ordre *pondéré*. On dit : q a par rapport à p le *poids approximatif* $(\nu, \nu+1)$, si $p^\nu < q < p^{\nu+1}$, le *poids* ∞ si $p^\nu < q$ (ν quelconque), le *poids exact* $\nu = (\nu, \nu)$ si $p^\nu = q$, *le poids approximatif de degré* $n[\nu_n/n, (\nu_n+1)/n]$ si (ν_n, ν_n+1) est le poids approximatif de q^n (de degré 1), le *poids limite* ou simplement *le poids* $L_p(q)$ si $L_p(q) = \lim_{n \to \infty} \nu_n/n$, qu'on appelle aussi *longueur de q mesurée par p.* Cette limite existe toujours (∞ inclu).

Les propriétés du poids et ses applications seront traités dans un autre Recueil.

ALGÈBRE. — *Sur une méthode de formation du polynome ayant pour racines les sommes des racines de deux polynomes donnés.* Note de M. **MAURICE PARODI**, présentée par M. Henri Villat.

Soient les deux polynomes

$$f_1(x) = x^m + a_1 x^{m-1} + \ldots + a_{m-1} x + a_m,$$
$$f_2(x) = x^n + b_1 x^{n-1} + \ldots + b_{n-1} x + b_n,$$

ayant respectivement pour racines μ_i $(i = 1, 2, \ldots, m)$ et ν_j $(j = 1, 2, \ldots, n)$; nous nous proposons de former le polynome $F(x)$ ayant pour racines

$$\mu_i + \nu_j \qquad (i = 1, 2, \ldots, m;\ j = 1, 2, \ldots, n).$$

Nous allons utiliser un théorème dû à D. E. Rutherford [1] qui s'énonce comme suit :

Soient deux matrices M et N d'ordres respectifs m et n, la matrice $M[N]$ a pour valeurs caractéristiques $\mu_i + \nu_j$ $(i = 1, 2, \ldots, m;\ j = 1, 2, \ldots, n)$, μ_i et ν_j étant respectivement les valeurs caractéristiques de M et de N.

Dans cet énoncé, le symbole $M[N]$ représente la matrice (carrée) de partition

$$M < I_n > + I_m < N >,$$

[1] *Proc. roy. Soc. Edinburgh*, **62**, 1946-48, p. 229.

où la notation $A < B >$ indique le produit direct des matrices A et B [2], I_k étant la matrice unité d'ordre k.

Cela étant, on sait que les zéros des polynomes $f_1(x)$ et $f_2(x)$ sont les valeurs caractéristiques respectives des matrices

$$\mathcal{M} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots\vdots\vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 \\ -a_m & -a_{m-1} & -a_{m-2} & \cdots & -a_2 & -a_1 \end{bmatrix}_{m \times m},$$

$$\mathcal{N} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots\vdots\vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 \\ -b_n & -b_{n-1} & -b_{n-2} & \cdots & -b_2 & -b_1 \end{bmatrix}_{n \times n}.$$

D'après le théorème de Rutherford, la matrice

$$\mathcal{M}[\mathcal{N}]$$

aura pour valeurs caractéristiques les sommes des valeurs caractéristiques de $\mathcal{M}$ et de $\mathcal{N}$, c'est-à-dire des racines de $f_1(x)$ et $f_2(x)$.

Le polynome cherché $F(x)$ sera donc le développement du déterminant

$$\| \mathcal{M}[\mathcal{N}] - x I_{mn} \|$$

I_{mn} représentant la matrice unité d'ordre mn.

Donnons un exemple simple; soient

$$f_1(x) = x^2 + a_1 x + a_2, \qquad f_2(x) = x^2 + b_1 x + b_2,$$

il vient

$$\mathcal{M} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -a_2 & -a_1 \end{pmatrix}, \qquad \mathcal{N} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -b_2 & -b_1 \end{pmatrix}$$

et par suite

$$\mathcal{M}[\mathcal{N}] = \begin{pmatrix} \mathcal{N} & I_2 \\ -a_2 I_2 & -a_1 I_2 + \mathcal{N} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ -b_2 & -b_1 & 0 & 1 \\ -a_2 & 0 & -a_1 & 1 \\ 0 & -a_2 & -b_2 & -b_1 - a_1 \end{pmatrix}.$$

---

[2] Ainsi, si l'on a

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}, \qquad B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix}$$

il vient

$$A < B > = \begin{pmatrix} a_{11} B & a_{12} B \\ a_{21} B & a_{22} B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} b_{11} & a_{11} b_{12} & a_{12} b_{11} & a_{12} b_{12} \\ a_{11} b_{21} & a_{11} b_{22} & a_{12} b_{21} & a_{22} b_{22} \\ a_{21} b_{11} & a_{21} b_{12} & a_{22} b_{11} & a_{22} b_{12} \\ a_{21} b_{21} & a_{21} b_{22} & a_{22} b_{21} & a_{22} b_{22} \end{pmatrix}$$

Le polynome cherché est donc

$$F(x) = \begin{vmatrix} -x & 1 & 1 & 0 \\ -b_2 & -b_1-x & 0 & 1 \\ -a_2 & 0 & -a_1-x & 1 \\ 0 & -a_2 & -b_2 & -b_1-a_1-x \end{vmatrix}.$$

Prenons à titre d'application

$$f_1(x) = x^2 - 1, \qquad f_2(x) = x^2 - 5x + 6,$$

on trouve sans difficulté

$$F(x) = x^4 - 10x^3 + 35x^2 - 50x + 24$$

et il est facile de vérifier que ses racines 1, 2; 3, 4 sont les sommes des racines -1, $+1$ et $+2$, $+3$ de $f_1(x)$ et $f_2(x)$.

Il est à noter qu'une méthode analogue permet de former le polynome ayant pour racines les sommes des racines de l polynomes donnés.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Problèmes d'intégration d'équations aux différentielles totales*. Note de M. **Nicolas Saltykow**, présentée par M. Paul Montel.

Cette Note est suggérée par la méthode de M. Vessiot (1), où les systèmes de Pfaff sont appliqués pour résoudre le problème que j'avais traité dans une précédente Note (2). Les considérations de M. Vessiot sont fort importantes, en insistant sur les conditions de compatibilité des équations caractéristiques que j'introduis, et dont le nombre est supérieur à celui des inconnues figurant dans ces équations. D'autre part, M. Vessiot pose la question de la succession des exposants dans les fonctions exponentielles des solutions que je considère. L'analyse de M. Vessiot, fondée sur la théorie des transformations, est très élégante.

Les équations des caractéristiques dont je me sers sont analogues à celles de la théorie des équations différentielles linéaires ordinaires. La distinction entre les deux théories consiste dans le nombre surabondant des équations des caractéristiques dans le cas d'équations aux différentielles totales. Or, comme ces dernières sont compatibles, il est aisé de les grouper de différentes manières afin d'en tirer, par le calcul le plus avantageux, les solutions requises, en nous guidant par l'intuition. Cela est démontré dans l'intégration du système de Valyi, qui avait été considéré comme non complètement inté-

(1) *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 289.

(2) *Ibid.*, 225, 1947, p. 520.

grable ([3]). Il est possible, d'un autre point de vue, de suivre un calcul régulier, pour avoir successivement les valeurs des exposants et des coefficients correspondants, comme je le démontrerai dans un Mémoire plus étendu.

La méthode d'intégration de M. Vessiot et les deux méthodes que j'ai appliquées au système de Valyi, ne sont pas les seules qu'on puisse appliquer aux équations aux différentielles totales en question. Évidemment les autres méthodes connues leur sont applicables aussi. Mais la question qui se pose est de présenter le résultat définitif sous la forme la plus accessible. Il est aisé de proposer, dans ce but, encore trois procédés : 1° variation des constantes arbitraires; 2° transformations de Mayer; 3° facteurs intégrants constants. Dans ces trois procédés, les solutions cherchées s'obtiennent par l'intégration d'équations différentielles ordinaires linéaires à coefficients constants. J'y reviendrai prochainement.

C'est la dernière méthode qui est surtout importante, car elle généralise la méthode d'intégration des équations différentielles ordinaires que je viens de publier ([4]). Cette méthode est avantageuse sous trois rapports : 1° elle donne les intégrales premières, ce qui est important pour la composition des intégrales de Cauchy; 2° elle dispense de la méthode de la variation des constantes arbitraires pour intégrer les équations avec seconds membres; 3° elle offre le moyen de compléter par différentiation, le nombre des intégrales distinctes, si les caractéristiques ne permettent point de les obtenir en nombre suffisant.

Supposons, en effet, que le système complètement intégrable d'équations aux différentielles totales

$$dy_\nu = \sum_{k=1}^{m} \left(\sum_{i=1}^{n} a_{\nu i}^{k} y_i \right) dx_k \qquad (\nu = 1, 2, \ldots, n)$$

ne permette de calculer par la méthode en question qu'un nombre incomplet d'intégrales premières distinctes de la forme

$$\varphi_\sigma(x_1, x_2, \ldots, x_m, y_1, y_2, \ldots, y_n, S_{1\sigma}^1) = C_\sigma,$$

C_σ désignant une constante arbitraire, et $S_{1\sigma}^1$ le paramètre résultant des équations des caractéristiques. Les relations

$$\frac{\partial \varphi_\sigma}{\partial S_{1\sigma}^1} = C'_\sigma, \qquad \frac{\partial^2 \varphi_\sigma}{\partial (S_{1\sigma}^1)^2} C''_\sigma, \ldots,$$

C'_σ, C''_σ, ... désignant de nouvelles constantes arbitraires, vont définir de nouvelles intégrales premières du système étudié. Le procédé indiqué de différentiation permet d'en compléter le nombre jusqu'à n.

([3]) *Loc. cit.*, et *Bull. Soc. Soc. Math. de France*, 75, 1947, p. 27-90.

([4]) SALTYKOW, *Publications de l'Institut Mathématique de l'Académie serbe des Sciences*, 2, 1949.

Il importe, cependant, de remarquer que parmi toutes les méthodes d'intégration considérées, celle de la Note ([2]) présente l'avantage de donner immédiatement l'intégrale générale cherchée sous forme définitive, n'exigeant que le calcul de certains coefficients définis par des équations algébriques.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur le problème de Hadamard-Mandelbrojt ou problème de la composition des singularités des séries de Dirichlet générales.* Note de M. **Maurice Blambert**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Au sujet des notations non définies dans cette Note, on se rapportera à une Note antérieure ([1]). Par $\mathcal{L}$, je représente un ensemble défini comme suit :

a. $\mathcal{L} \subset S_f^{\sigma_1}$;

b. $\mathcal{L}$ est à distance positive de $\complement_{S_f^{\sigma_1}} \mathcal{L}$;

c. $\mathcal{L}$ ne contient pas l'origine.

Théorème I. — *Les fonctions* $f(s) = \Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ *et* $\varphi(s) = \Sigma b_n e^{-\mu_n s}$ *étant assujetties aux hypothèses :*

1° $f(s)$ *admet* $\sigma_c^f \leqq \sigma_\Lambda^f < \infty$, *est uniforme* $U_{\mathfrak{M}}$ *et d'ordre* $O_{\mathfrak{M}}$ *égal à* ν *dans le demi-plan* $\sigma > \sigma_1$;

2° $\varphi(s)$ *admet* $\sigma_c^\varphi \leqq \sigma_\Lambda^\varphi < \infty$, *est uniforme* $U_{\mathfrak{M}}$ *et d'ordre* $O_{\mathfrak{M}}$ *égal à* μ *dans le demi-plan* $\sigma > \sigma_2$;

3° ω *point quelconque de* $\mathcal{L}$;

4° β *pôle de* $\varphi(s)$, $\mathcal{R}\beta > \sigma_2$;

5° *Il n'existe aucun point de l'ensemble composé des ensembles* $S_f^{\sigma_1}$ *et* $S_\varphi^{\prime\sigma_2}$ *(où* $S_\varphi^{\prime\sigma_2}$ *est déduit de* $S_\varphi^{\sigma_2}$ *par suppression du pôle* β*), aucun point limite de cet ensemble, aucun point de* $S_\varphi^{\sigma_2}$ *confondu avec* $\omega + \beta$.

Alors tout point $\omega + \beta$, *satisfaisant à* $\mathcal{R}(\omega + \beta) > \max(0, \sigma_{\mathcal{H}}^f) + \sigma_2$, *qui peut être joint à un point* s_0 *du demi-plan* $\sigma > \max(\sigma^f + \sigma_\Lambda^\varphi, \sigma_\Lambda^\varphi)$ *par un arc de Jordan sans point multiple dont tous les points (à l'exception évidemment du point* $\omega + \beta$*) sont intérieurs au complémentaire par rapport au demi-plan* $P[\sigma \geqq \max(0, \sigma_{\mathcal{H}}^f) + \sigma_2]$ *de l'intersection de* P *et de l'ensemble composé des ensembles* $S_f^{\sigma_1}$ *et* $S_\varphi^{\sigma_2}$, *est singulier pour la fonction définie par la série* $\Sigma a_{\mu_n}^{(k)} b_n e^{-\mu_n s}$ *(k entier* $> \nu + \mu$*).*

La méthode utilise un théorème de M. Mandelbrojt et est analogue à celle à l'aide de laquelle V. Bernstein généralise des résultats de MM. G. Polya et J. Soula relatifs au théorème de Cramer.

Théorème II. — *Dans les hypothèses* 1°, 2° *relatives à* $f(s)$ *et* $\varphi(s)$ *du théorème* I, *jointes à :*

([1]) *Comptes rendus*, **226**, 1948, p. 1666 et 1668.

a. $\omega\,(\neq 0)$ *satisfaisant à* $\mathcal{R}\omega > \sigma_1$, *est pôle de* $f(s)$;

b. Il n'existe aucun point de l'ensemble composé des ensembles $S_f'^{\sigma_1}$ (*déduit de* $S_f^{\sigma_1}$ *par suppression de* ω) *et* $S_\varphi^{\sigma_2}$, *aucun point limite de cet ensemble, aucun point de* $S_\varphi^{\sigma_2}$ *confondu avec* $\omega+\beta$, $\beta \in S_\varphi^{\sigma_2}$; *alors tout point* $\omega+\beta$ *vérifiant* $\mathcal{R}(\omega+\beta) > \max(0,\ \sigma_{\mathcal{H}}^f) + \sigma_2$, *est singulier pour la fonction définie par* $\Sigma a_{\mu_n}^{(k)} b_n e^{-\mu_n s}$.

Les théorèmes I et II constituent un essai de généralisation pour les séries de Dirichlet du théorème de G. Polyá [2] suivant :

Soit α *le seul point singulier sur le cercle de convergence de la série* $f(z) = \Sigma a_n z^n$ *et soit* β *un des points singuliers qui sont situés sur le cercle de convergence de la série* $\varphi(z) = \Sigma b_n z^n$, $\alpha\beta$ *est alors un point singulier situé sur le cercle de convergence de la série* $H(z) = \Sigma a_n b_n z^n$, *si une des deux conditions suivantes a lieu :*

1° α *est un pôle* (β *pouvant être une singularité de nature quelconque*);

2° α *est une singularité isolée non critique de* $f(z)$ et β *est* semi-isolé sur le cercle de convergence *de* $\Sigma b_n z^n$.

3° α *est une singularité algébrico-logarithmique de* $f(z)$ *et* β *est* isolé sur le cercle de convergence *de* $\Sigma b_n z^n$.

4° α *est un point singulier* presque isolé *du développement* $\Sigma a_n z^n$ *et* β *est un point singulier* isolable, *point singulier* isolé sur le cercle de convergence *de* $\Sigma b_n z^n$.

(Pour la définition des termes, semi-isolé, isolé, isolable, presque isolé, on se rapportera au Mémoire cité);

En ce sens que :

1° on ne se limite pas aux singularités sur les droites d'holomorphie $\sigma_{\mathcal{H}}^f$ et $\sigma_{\mathcal{H}}^\varphi$ des fonctions $f(s)$ et $\varphi(s)$;

2° par le choix d'une singularité très simple (en l'occurrence un pôle) pour l'une des fonctions $\varphi(s)$ (cas du théorème I), $f(s)$ (cas du théorème II), on atteint pour l'autre fonction des singularités très générales puisqu'on ne fait aucune hypothèse explicite sur leur nature, dans les deux théorèmes, et seulement une hypothèse topologique, dans le théorème I.

Il est manifeste que l'ensemble singulier $\mathcal{L}$ du théorème I et l'ensemble $S_\varphi^{\sigma_2}$ du théorème II peuvent représenter des singularités beaucoup plus générales que celles citées par G. Polyá.

Dans une prochaine Note, nous étudierons le cas du point essentiel.

---

(2) *Annals of mathematics*, 2, 34e série, 1933, no 92.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les coefficients des fonctions p-valentes.* Note de M. **Adolph-W. Goodman**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Soit

$$f(z)=\sum_{n=1}^{\infty} b_n z^n \tag{1}$$

régulière et p-valente dans le cercle unité ouvert. L'hypothèse que pour $p=1$, $|b_n|\leq n|b_1|$, $n=2, 3, \ldots$, est bien connue. Récemment [1] l'hypothèse était faite que pour $p\geq 2$,

$$|b_n|\leq\sum_{k=1}^{p}\frac{2k(n+p)!}{(n^2-k^2)(p+k)!\,(p-k)!\,(n-p-1)!}|b_k| \qquad (n=p+1, p+2, \ldots). \tag{2}$$

Employant une forme généralisée de la transformation de Schwarz-Christoffel, nous avons réussi à faire quelque progrès dans la démonstration de (2).

La fonction

$$\omega=f(z)=c\int_0^z\prod_{j=1}^{m}(1-z_jt)^{-\gamma_j}\prod_{j=1}^{p-1}(t-\beta_j)(1-\overline{\beta}_jt)\,dt, \tag{3}$$

$$|z_j|=1 \qquad (j=1, 2, \ldots, m),$$
$$|\beta_j|<1 \qquad (j=1, 2, \ldots, p-1),$$
$$\sum_{j=1}^{m}\gamma_j=2p \qquad (\gamma_j \text{ réel})$$

représente $|z|<1$ sur l'intérieur d'un polygone (p-feuillets) de m côtés. L'angle extérieur formé par deux côtés adjacents du polygone est $\gamma_j\pi$; en particulier, si $\gamma_j>0$, le polygone (p-feuillets) est convexe.

En général, nous définissons la convexité (p-feuillets) comme suit : Soit r fixe, $0<r<1$; considérons la courbe décrite par $f(re^{i\theta})$ dans le plan de la variable ω. Soit Ψ l'angle de la tangente à la courbe avec l'axe réel. S'il existe ρ tel que pour chaque r, $\rho<r<1$, $\Psi(\theta)$ est une fonction monotone de θ croissant de $2p\pi$ pour un accroissement 2π de θ, nous disons que $f(z)$ est convexe (p-feuillets) dans le cercle unité; nous désignons par C_p cette classe de fonctions. De la même manière, nous définissons une classe de fonctions $F(z)$ étoilées (p-feuillets) en considérant $\varphi(\theta)=\arg f(re^{i\theta})$; désignons cette classe par S_p. Les fonctions de C_p et de S_p sont liées par l'équation

$$F(z)=zf'(z). \tag{4}$$

A l'aide de (3) et (4), il est possible de démontrer les deux théorèmes suivants :

---

(1) *Trans. Amer. Math. Soc.*, 63, 1948, p. 175-192.

THÉORÈME I. — *Soit* $f(z)$, *élément de* C_2, *régulière dans le cercle unité, à coefficients réels. On a*

$$(5)\qquad |b_3| \leq \frac{5}{3}|b_1| + \frac{4}{3}|b_2|;$$

cette inégalité est stricte pour chaque couple $|b_1|$, $|b_2|$ *dont les deux termes ne sont pas simultanément nuls.*

THÉORÈME II. — *Soit* $f(z)$, *élément de* S_2, *régulière dans le cercle unité, à coefficients réels. On a*

$$(6)\qquad |b_3| \leq 5|b_1| + 4|b_2|;$$

cette inégalité est stricte pour chaque couple $|b_1|$, $|b_2|$, *dont les deux termes ne sont pas simultanément nuls.*

Notons que (2) entraîne (6) lorsque $n=3$ et $p=2$.

Évidemment, on peut obtenir à partir de (3) d'autres résultats relatifs aux fonctions des classes C_p et S_p. Ces résultats et le détail des démonstrations des théorèmes I et II seront publiés ailleurs.

SÉRIES DIVERGENTES. — *Sommation des séries divergentes par une simple considération de régularité.* — Note de M. **PIERRE VERNOTTE**, présentée par M. Joseph Pérès.

Nous avons indiqué (1) comment, par une transformation de la série proposée, on ramenait sa sommation à celle d'un développement asymptotique de première espèce, à la valeur approchée duquel conduisaient des artifices presque *empiriques*.

Or, poussant plus profondément cette théorie générale dite des *séries définissables*, on peut en déduire, comme on va le montrer, un moyen de sommation beaucoup plus puissant.

Soit, et nous avons vu (*loc. cit.*, § 4, 33 et § 3, 5235) que l'on pouvait normalement se ramener à ce cas, une série définissable alternée. On établit facilement que, $S(x)$ étant l'*interpolée idéale* (*loc. cit.*, § 2, 20) entre les sommes S_n des $(n+1)$ premiers termes, cette fonction satisfait à l'équation

$$S(x) = S + (-1)^x P(x).$$

Pour x entier positif, $P(x)$ augmente indéfiniment en général. Mais si x augmente indéfiniment en module avec l'argument $\pi/2$, $(-1)^x$ tend vers zéro, et il en sera ordinairement de même du produit $(-1)^x P(x)$. La fonction $S(x)$ aura donc, pour $|x|$ infiniment grand, une limite généralisée (*loc. cit.*,

(*) Séance du 8 juin 1949.

(1) *Publ. scient. et techn. Minist. Air*, série grise, n° 207, Paris, 1947, § 4, 14 et § 4, 33.

§ 5, 124) égale à S, c'est-à-dire que la série est de somme S. Nous ne savons rien de $P(n)$, mais si la série a ses termes *réguliers*, et au besoin on accroîtra la régularité en transformant la *fonction attachée* (*loc. cit.*, § 2, 11) par accélération de la croissance, nous pourrons assurer que $P(x)$ est une expression *régulière* en n. Cette régularité est sans doute liée à l'accumulation de $(-1)^x P(x)$ à l'infini. La somme S de la série est donc un nombre tel que si on le retranche des sommes S_n, on obtienne une quantité alternée d'amplitude régulièrement croissante.

Le problème pratique est donc de tirer parti de cette *régularité*. Nous avons défini (*loc. cit.*, § 1, 312 et § 4, 4302) la régularité par l'allure des *différences successives*, ce qui n'est précis que si la croissance n'est pas trop rapide. Nous serons donc obligé, en général, de ralentir les P_n, et nous savons (*loc. cit.*, § 4, 432) que nous risquons ainsi d'introduire une irrégularité. Le plus simple des ralentissements est la formation des rapports $P_{n+1} : P_n$. Si le ralentissement est judicieux, ou bien la quantité ralentie restera régulière, ou bien l'irrégularité sera peu grave. Notons que, du fait de l'*alternance*, grâce à laquelle, au cours des tâtonnements sur S, on retouche en sens contraire P_n et P_{n+1}, le tâtonnement conduit sûrement à trouver un optimum pour S, correspondant au minimum d'irrégularité. S sera ainsi déterminé avec une finesse qui dépendra de l'irrégularité introduite : elle sera *illimitée* s'il n'apparaît pas d'irrégularité, mais, dans les autres cas, il y aura nécessairement un peu d'incertitude, car l'appréciation du minimum d'irrégularité n'est pas très objective, l'irrégularité pouvant se manifester de façons très diverses et très complexes.

En appliquant ceci à la série alternée de terme général $(-1)^n n!$ et ralentissant par le rapport $P_{n+1} : P_n$, on trouve successivement, sans rencontrer jamais d'irrégularité, que S est compris entre 0,40 et 0,41, puis entre 0,403 et 0,404, puis entre 0,4036 et 0,4037, etc. Pour la première fois, on voit, au fur et à mesure que l'on utilise un terme de plus de la série, se préciser, comme s'il s'agissait d'une série convergente, la valeur de la somme S que les méthodes antérieures ne donnaient que par des opérations *indirectes* et obscures. En utilisant 11 termes de la série, on arrive enfin à la valeur extrêmement approchée $0,403652_5$ (contre 0,40365263...). C'est la première fois aussi que cette série célèbre est sommée avec une approximation illimitée, sans que l'on ait à tirer parti d'une formule en *termes finis* résultant de la nature très simple du terme général.

La série alternée de terme général $(-1)^n n!^2$ qui n'a jamais été sommée, à notre connaissance, ne conduit pas, par le ralentissement $P_{n+1} : P_n$, à un calcul aussi simple ; la régularité est d'un type beaucoup plus complexe, et avec 12 termes on arrive assez péniblement à la valeur approchée $0,3319_7$.

Enfin, la série alternée $1 - 10 + 288 - 15792 + 1403520 - \ldots$ de somme $-s$, déduite, sans ralentissement préalable (*loc. cit.*, § 4, 332) de la série à

termes positifs $\Sigma n!$, de somme $s = -0.30282\ldots$, nous a conduit, avec le ralentissement $\sqrt[n]{P_n}$, à une demi-régularité, la somme $-s$ étant déterminée assez peu nettement comme comprise entre 0,30 et 0,31 : les séries alternées déduites des séries à termes positifs, sont en effet des séries de sommation difficile; n'oublions pas, au demeurant, que la sommation des séries convergentes est souvent délicate.

TOPOLOGIE. — *Sur le troisième groupe d'homotopie des polyèdres simplement connexes.* (*) Note de M. **Guy Hirsch**, présentée par M. Élie Cartan.

Si M est un polyèdre (de dimension quelconque) simplement connexe ($\pi_1 = 0$), et dont le groupe d'homologie $\mathfrak{H}^2$ (à coefficients entiers) pour la dimension 2 (supposé de rang fini) ne contient pas d'éléments d'ordre fini (M n'a donc pas de coefficients de torsion pour la dimension 2), alors on peut construire un polyèdre $\tilde{M}$, simplement connexe, fibré en un produit cartésien $\check{F}$ de circonférences S^1 (toutes homologues à zéro dans $\tilde{M}$), ayant M pour espace de base, et pour lequel le groupe d'homologie pour la dimension 2 $\mathfrak{H}^2(\tilde{M})$ est *nul*. (Le nombre de ces circonférences, c'est-à-dire la dimension de la fibre $\check{F}$, est égal au nombre de Betti de M pour la dimension 2, rang de $\mathfrak{H}^2$) [1].

Il résulte d'un théorème de Hurewicz [2] que $\pi^3(\tilde{M})$ (troisième groupe d'homotopie de $\tilde{M}$) et $\mathfrak{H}^3(\tilde{M})$ (troisième groupe d'homologie de $\tilde{M}$, à coefficients entiers) sont isomorphes. D'autre part, $\pi^3(M) = \pi^3(\tilde{M})$, parce que $\pi^k(\check{F}) = \pi^k(S^1) = 0$ pour $k > 1$ (cela résulte notamment de la considération de la suite exacte en homotopie relative). Il en résulte que $\pi^3(M)$ *est isomorphe à* $\mathfrak{H}^3(\tilde{M})$, que l'on peut déterminer à partir du troisième groupe d'homologie de M $\mathfrak{H}^3(M)$, et de la structure multiplicative dans $\mathfrak{H}^2(M)$ [qui fait intervenir $\mathfrak{H}^4(M)$]. On a, en effet, d'après la théorie des groupes d'homologie des

(*) Séance du 8 juin 1949.

(1) Cette construction repose sur la possibilité de construire un polyèdre fibré en circonférences ayant pour espace de base un polyèdre quelconque donné, et pour *classe caractéristique* un élément quelconque du deuxième groupe de cohomologie à coefficients entiers; elle permettra de remplacer un polyèdre par un nouveau polyèdre ayant une dimension de plus, et dont le rang du deuxième groupe de cohomologie $\mathfrak{H}'^2$ est diminué de 1; elle ne conduit pas à un polyèdre $\tilde{M}$ ayant les propriétés voulues lorsque le deuxième groupe d'homologie de M contient des éléments *d'ordre fini*, car ces éléments correspondent dans le groupe de cohomologie (à coefficients entiers) à des éléments *de dimension* 3.

(2) W. Hurewicz, *Proc. Acad. Amsterdam*, 38, 1935, p. 521.

espaces fibrés ([3]) : $\mathfrak{H}^3(\widetilde{M})$ *possède un sous-groupe* $\mathfrak{G}$, *et le groupe-quotient est isomorphe à* $\mathfrak{H}^3(M)$; $\mathfrak{G}$ *est isomorphe à un groupe-quotient* $\overset{*}{\mathfrak{F}}/\overset{*}{\mathfrak{K}}$, où $\overset{*}{\mathfrak{F}}$ et $\overset{*}{\mathfrak{K}}$ sont des sous-groupes du groupe des homomorphismes de $\mathfrak{H}'^2$ en $\mathfrak{H}^2$ ($\mathfrak{H}'^2$ et $\mathfrak{H}^2$ désignant respectivement les groupes de cohomologie et d'homologie de M pour la dimension 2); $\overset{*}{\mathfrak{F}}$ est le sous-groupe des homomorphismes (symétriques) $\overset{*}{H}$ tels que, si Z' et Z'' désignent des éléments quelconques de $\mathfrak{H}'^2$, les produits scalaires $\overset{*}{H}(Z').Z''$ et $\overset{*}{H}(Z'').Z'$ soient *égaux*; $\overset{*}{\mathfrak{K}}$ est le sous-groupe de ceux des homomorphismes $\overset{*}{H}$ qui sont engendrés par le produit $\cap$ (*cap*) dans $\mathfrak{H}^4(M)$: $\overset{*}{H}\in\overset{*}{\mathfrak{K}}$ signifie qu'il y a un $Z^4\in\mathfrak{H}^4(M)$ tel que, pour tout $Z'\in\mathfrak{H}'^2$, on ait $\overset{*}{H}(Z')=Z^4\cap Z'$ ([4]).

$\pi^3(M)$ *est donc une extension de* $\mathfrak{G}$ (lequel ne dépend que de la structure multiplicative de $\mathfrak{H}^2$ ou $\mathfrak{H}'^2$), *avec* $\mathfrak{H}^3(M)$ *pour facteur* ([5]).

On peut d'ailleurs préciser cette détermination de $\pi^3(M)$, car la théorie de l'homologie mod$p$ dans les espaces fibrés permet de déterminer les éléments de $\mathfrak{G}$ qui seraient des multiples d'éléments de $\mathfrak{H}^3(\widetilde{M})$, sans être déjà des multiples dans $\mathfrak{E}$. En particulier, on vérifiera par exemple si $\pi^3(M)$ est ou non isomorphe à la somme directe de $\mathfrak{G}$ et $\mathfrak{H}^3(M)$ [c'est-à-dire si $\mathfrak{G}$ est sous-groupe avec division, ou facteur direct, de $\pi^3(M)$] : soit p un nombre premier ([6]). Appelons R_p la transformation de $\mathfrak{H}$ en $\mathfrak{H}_{\mathrm{mod}\,p}$ qui attribue à une classe d'homologie à coefficients entiers la classe mod$p$ obtenue en réduisant les coefficients mod$p$, ainsi que la transformation correspondante du groupe $\mathrm{Hom}(\mathfrak{H}'^2\to\mathfrak{H}^2)$ en $\mathrm{Hom}(\mathfrak{H}'^2\to\mathfrak{H}^2_{\mathrm{mod}\,p})$. Désignons par $\overset{*}{\mathfrak{K}}_{\mathrm{mod}\,p}$ le sous-groupe du groupe des homomorphismes de $\mathfrak{H}'^2$ en $\mathfrak{H}^2_{\mathrm{mod}\,p}$, tel que ses éléments $\overset{*}{H}_p$ soient engendrés à partir de cycles $Z^4_p\in\mathfrak{H}^4_{\mathrm{mod}\,p}$ par $\overset{*}{H}_p(Z')=Z^4_p\cap Z'$. Une condition

([3]) *Voir* ma Note, *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 1328. En choisissant des bases dans $\mathfrak{H}^2(M)$ et $\mathfrak{H}'^2(M)$, respectivement groupes d'homologie et de cohomologie de M pour la dimension 2, on peut construire une suite de polyèdres fibrés en circonférences (chacun ayant le précédent pour espace de base), et appliquer la théorie de W. Gysin, *Comment. Math. Helvet.* 14, 1941, p. 61-122.

([4]) Cette application de π^3 sur $\mathfrak{H}^3$ n'est autre que l'application naturelle.

([5]) Les groupes $\overset{*}{\mathfrak{F}}$ et $\overset{*}{\mathfrak{K}}$ peuvent s'interpréter de la manière suivante dans le cadre de la théorie des groupes d'homologie des espaces fibrés : $\mathfrak{G}$ est le noyau de l'homomorphisme de $\mathfrak{H}^3(\widetilde{M})$ sur $\mathfrak{H}^3(M)$, induit par l'application de $\widetilde{M}$ sur M; $\overset{*}{\mathfrak{F}}$ indique les classes de cycles à deux dimensions de M qui sont images de cycles à trois dimensions de $\widetilde{M}$; $\overset{*}{\mathfrak{K}}$ indique celles de ces classes qui contiennent des images de cycles homologues à zéro dans $\widetilde{M}$.

([6]) Il suffit de considérer les facteurs p des ordres des éléments d'ordre fini de $\mathfrak{H}^3(M)$ (coefficients de torsion de M pour la dimension 3).

nécessaire et suffisante pour que $\mathfrak{G}$ soit facteur direct de $\pi^3(M)$ est $R_p(\overset{*}{\mathfrak{K}}) = \overset{*}{\mathfrak{K}}_{\bmod p}$ (7).

Cas particuliers. — Si M est un polyèdre (simplement connexe) à trois dimensions au plus, $\overset{*}{\mathfrak{K}} = 0$, $\mathfrak{G} = \overset{*}{\mathfrak{F}}$, isomorphe au groupe des matrices symétriques de rang égal au nombre de Betti p_2 de M pour la dimension 2, c'est-à-dire est de rang $p_2(p_2+1)/2$. D'où les corollaires :

I. *Si* M *est un polyèdre (simplement connexe) à deux dimensions*, $\pi^3(M)$ *est un groupe sans élément d'ordre fini, et de rang* $p_2(p_2+1)/2$.

II. *Si* M *est un polyèdre à trois dimensions, sans coefficients de torsion pour la dimension* 2, *et si* p_3 *est son nombre de Betti pour la dimension* 3, $\pi^3(M)$ *est un groupe sans éléments d'ordre fini, et de rang* $[p_2(p_2+1)/2]+p_3$.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur un théorème d'existence des mouvements des fluides plans avec sillage.* Note (*) de M. **Pierre Théron**, présentée par M. Henri Villat.

Soit un domaine symétrique plan, immergé dans un fluide parfait animé à l'infini de la vitesse $+1$. La frontière n'est soumise qu'à des conditions très générales.

Il s'agit de montrer l'existence de sillages se détachant du contour et *ne recoupant nulle part celui-ci*. Remarquons que ce problème contient comme cas particulier celui dit *de la proue*, il suffit de supposer le domaine réduit à une coupure.

1. *Résultats obtenus.* — *a.* Si A désigne le point le plus éloigné de l'axe, on montre qu'il se détache un sillage de A.

b. Si la tangente en A est parallèle à l'axe, il existe en amont de A tout un arc AB en chaque point duquel il se détache un sillage.

c. Deux sillages issus de points différents ne se rencontrent jamais (donc les sillages s'emboîtent).

d. Le sillage issu d'un point intérieur à AB y a sa courbure infinie positive, celui issu du point extrême B y a une courbure finie.

---

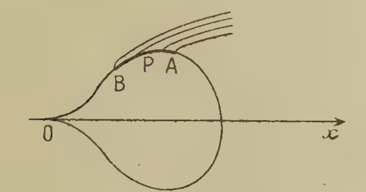
(7) M. J. H. C. Whitehead a démontré récemment (*Comment. Math. Helvet.*, 22, 1949, p. 48-92), que le type d'homotopie d'un polyèdre fini, simplement connexe à quatre dimensions, est déterminé par des propriétés de cohomologie; certains résultats énoncés ici (par exemple, la détermination du rang de π^3) pourraient également être calculés au moyen des polyèdres construits par M. Whitehead (en utilisant son théorème 5, p. 78). Les théorèmes de M. Whitehead restent d'ailleurs valables même si $\mathfrak{H}^2(M)$ a des éléments d'ordre fini; M. Whitehead m'a signalé que si $\mathfrak{H}^2(M)$ a des coefficients de torsion *pairs*, la détermination de $\pi^3(M)$ exige, outre la connaissance de l'anneau de cohomologie de M, la considération du *carré de* Pontrjagin (*Doklady*, 34, 1942, p. 35).

(*) Séance du 8 juin 1949.

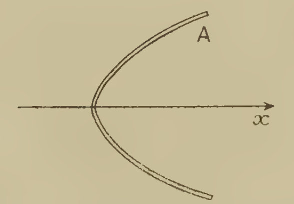
2. *Principe de la méthode.* — Désignons par *courbe* L toute courbe infinie, se détachant en P, ne traversant ni l'obstacle ni l'axe Ox, et telle que si l'on représente le domaine situé en amont du contour OPL (complété par son symétrique) sur le demi-plan entaillé $f=\varphi+i\psi$ selon les formules connues,

$$\frac{dz}{df}=e^{\Theta+iT},$$

on ait la condition suivante : le long de L, T existe, est *continu, non croissant*, et nul à l'infini.



Cas du navire.



Problème de la proue. La tangente en A n'est pas continue.
Il part un sillage en A, mais l'arc AB existe ou n'existe pas.

Alors on montre :

a. Que l'ensemble de toutes les fonctions T relatives à toutes les lignes L issues d'un même point P est *compact en soi.*

b. Qu'étant donné une *courbe* L le long de laquelle T n'est pas partout nul on peut l'*améliorer*, c'est-à-dire trouver une ligne L′ telle que le maximum de T′ sur L′ soit inférieur au maximum de T sur L.

Ceci montre l'existence du sillage issu de P.

Les autres propriétés découlent du fait que L′ est tout entier en amont de L (c'est-à-dire dans le domaine du fluide).

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur l'interprétation tourbillonnaire des surfaces de glissement.* Note de M. **Jean-Jacques Moreau**, présentée par M. Henri Villat.

L'équivalence d'une *surface de glissement*, au sein d'un fluide, à une répartition tourbillonnaire superficielle est classique et intuitive, du moins au point de vue descriptif. Nous montrons d'une manière générale que cette assimilation est légitime pour toute transformation intégrale, déduite des formules de Stokes ou d'Ostrogradsky, dans laquelle le champ de vitesse $\vec{u}$ intervient linéairement $\left(\text{directement et par l'intermédiaire du tourbillon } \vec{\omega}\right)$. Il en va également de même pour certaines transformations intégrales *quadratiques* qui jouent un rôle important en hydrodynamique.

La surface de glissement S, stationnaire ou non, partage le fluide en deux

régions D′ et D″; soient $\vec{u}'$ et $\vec{u}''$ les vitesses correspondantes au voisinage de S (discontinuité purement tangentielle) et soit $\vec{\alpha}$ le vecteur unité normal en un point de S, orienté de D″ vers D′. Un élément $d\sigma$ de la surface S équivaut pour la transformation des intégrales, à une cellule spatiale $d\tau$ dans laquelle le vecteur tourbillon $\vec{\omega}$ serait tel que

$$d\vec{K} = \vec{\omega}\, d\tau = \frac{1}{2}\vec{\alpha} \wedge \left(\vec{u}' - \vec{u}''\right) d\sigma = \vec{\mu}\, d\sigma.$$

Le vecteur $\vec{\mu}$ est la densité superficielle de tourbillon ou *vorticité superficielle*. Il est d'ailleurs commode de réunir alors les éléments tourbillonnaires propres et impropres sous une notation unique d'intégrales de Stieltjes.

La portée *dynamique* de cette assimilation ne nous paraissait pas avoir été dégagée de façon précise. Helmholtz [1] invoque déjà un déplacement des filets tourbillonnaires de la surface de glissement avec une vitesse égale à la demi-somme des vitesses de part et d'autre, mais élude toute justification. Il semble qu'on n'ait fait par la suite que s'appuyer sur son autorité, alors que cette propriété est en réalité subordonnée à des conditions restrictives.

Nous introduisons une *couche médiane* $S^\star$, surface matérielle fictive en mouvement dans S et dont les éléments ont pour vitesse

$$\vec{u}^\star = \frac{1}{2}\left(\vec{u}' + \vec{u}''\right).$$

Nous cherchons alors la dérivée par rapport au temps du vecteur élémentaire $\vec{\mu}\,d\sigma$ *en supposant l'élément de surface $d\sigma$ entraîné dans le mouvement de la couche médiane*, cela par analogie avec les équations classiques de Helmholtz qui définissent l'évolution de l'élément tourbillonnaire $\vec{\omega}\,d\tau$ lorsque $d\tau$ est une cellule fluide. Il vient

$$\frac{d}{dt}\left(\vec{\mu}\, d\sigma\right) = \left(\vec{\mu}.\vec{\nabla}\right)\vec{u}^\star d\sigma + 2\,\vec{\omega}^\star_\alpha \wedge \vec{\mu}\, d\sigma + \frac{1}{2}\vec{\alpha} \wedge \left(\vec{\gamma}' - \vec{\gamma}''\right) d\sigma,$$

$\vec{\gamma}'$ et $\vec{\gamma}''$, accélérations de part et d'autre de S; $\vec{\omega}^\star_\alpha$, composante normale de $\vec{\omega}^\star = \left(\vec{\omega}' + \vec{\omega}''\right)/2$.

Si le fluide satisfait aux *condition de Helmholtz :* viscosité nulle, champ de forces extérieures dérivant d'un potentiel, relation entre pression et densité (cas extrême : fluide incompressible), le dernier terme de l'équation précédente s'annule. De même pour l'avant-dernier si $\vec{x}^\star_\alpha$ est nul, *soit usuellement si le tourbillon du fluide ambiant est tangentiel ou nul de part et d'autre de* S. La relation

---

(1) *Wissenschaftliche Abhandlungen*, **1**, p. 151.

restante exprime que le vecteur $\vec{\mu}\,d\sigma$ évolue selon la même loi qu'un segment infinitésimal transporté par la couche médiane.

On tire de là que les lignes tourbillons, lignes intégrales du champ $\vec{\mu}$, peuvent être considérées comme matériellement liées à la couche médiane; en outre, un arc de courbe de cette couche intercepte un flux tourbillonnaire constant dans le temps : adaptations directes de la théorie des structures tourbillonnaires ordinaires.

Par ailleurs, puisqu'on suppose $\vec{\omega}$ tangentiel de part et d'autre de S, le vecteur de discontinuité $\vec{u}' - \vec{u}''$ est dans la surface S le gradient d'un champ scalaire φ, potentiel de discontinuité. Il apparaît alors que *ce potentiel est défini dans la couche médiane d'une manière indépendante du temps.*

Les mêmes faits se retrouvent sous une forme plus simple dans le cas d'une *ligne de glissement,* au sein d'un fluide plan satisfaisant aux conditions de Helmholtz : le scalaire élémentaire

$$dK' = (\vec{u}' - \vec{u}'')\,d\vec{M}$$

est invariant lorsque l'élément vectoriel $\overrightarrow{dM}$ est entraîné dans le mouvement de la couche médiane, ici ligne matérielle fictive. Par suite, le potentiel de discontinuité

$$\varphi = \int (\vec{u}' - \vec{u}'')\,d\vec{M}$$

est défini dans cette couche d'une manière indépendante du temps.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la détermination du paramètre dans le problème d'Euler.* Note de M. **Benjamin de Jekhowsky**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Dans le problème de la détermination d'une orbite képlérienne par la connaissance des positions héliocentriques de l'astre M à deux instants t_1 et t_2, problème posé pour la première fois par L. Euler [1], tout revient à la détermination du paramètre p ou d'une inconnue équivalente g définie par la relation

(1) $$s = g\sqrt{v},$$

s désignant l'aire du triangle OM_1M_2, O étant le Soleil.

Les quantités qui interviennent ici sont indépendantes du choix des axes, de sorte que les données du problème sont en réalité avec les notations usuelles

(2) $$r_1,\ r_2,\ \psi = v_2 - v_1 \quad \text{et} \quad \tau = k(t_2 - t_1).$$

---

(1) *Théoria motuum Planetarum et cometarum* (Berlin, 1744). Probleme V.

Puis, comme d'après la loi des aires $\tau\sqrt{p}$ est le double de l'aire du secteur curviligne OM_1M_2, on voit que le rapport g/τ n'est autre que le rapport de l'aire s du triangle à celle du secteur correspondant.

La solution proposée par Euler se réduit à une formule approchée du paramètre, savoir

$$p=\left\{\left[\frac{r_1 r_2}{k(t_2-t_1)}\right]^2+\frac{1}{3}\sqrt{r_1 r_2}\right\}\sin^2\psi. \tag{3}$$

M. Viliev ([2]) a obtenu une certaine amélioration des résultats par rapport à ceux d'Euler, d'après une formule consistant en une série suivant les puissances des inverses de p, avec des coefficients dont le calcul est très compliqué.

Gauss ([3]) le premier a proposé une solution précise du problème en calculant par approximations six formules et une équation du 3e degré en τ/g.

Enfin H. Andoyer ([4]) a donné un ensemble de formules à la fois simples et commodes, mais qui demandent toujours trois ou quatre approximations.

Or, tout en suivant cette dernière méthode, l'on peut éviter les approximations, si au lieu de prendre comme H. Andoyer pour point de départ $g=\tau$, on adopte une valeur de g très voisine de la valeur exacte.

En effet nous connaissons les expressions explicites des quantités f_1, f_2, g_1, g_2. En n'écrivant que les premiers termes on a

$$f_1=1-\frac{\tau_1^2}{2r^3};\qquad f_2=1-\frac{\tau_2^2}{2r^3};\qquad g_1=\tau_1-\frac{\tau_1^3}{6r^3};\qquad g_2=\tau_2-\frac{\tau_2^3}{6r^3}; \tag{4}$$

r étant la distance héliocentrique du lieu moyen.

Prenons $r=\sqrt{r_1 r_2}$, $\tau_1=k(t_1-t)$; $\tau_2=k(t_2-t)$ avec $t=(t_2-t_1)/2$ et formons la quantité g définie par la relation

$$g=f_1 g_2-f_2 g_1. \tag{5}$$

En remarquant que $\tau_1=-\tau_2$ et $\tau_2-\tau_1=\tau$ on trouve

$$\frac{g}{\tau}=1-\frac{\tau^2}{6(\sqrt{r_1 r_2})^3}+\frac{\tau^4}{192(\sqrt{r_1 r_2})^6}. \tag{6}$$

Puis d'après (1) nous pouvons écrire

$$p=\frac{s^2}{g^2}. \tag{7}$$

En multipliant donc s^2 par l'inverse de g^2, on a

$$p=\frac{s^2}{\tau^2}+\frac{s^2}{3(\sqrt{r_1 r_2})^3}\left[1+\frac{7}{23}\frac{\tau^2}{(\sqrt{r_1 r_2})^3}+\frac{23}{576}\frac{\tau^4}{(\sqrt{r_1 r_2})^6}+\frac{731}{110592}\frac{\tau^6}{(\sqrt{r_1 r_2})^9}+\ldots\right], \tag{8}$$

([2]) *Bulletin de l'Observatoire Central Nicolas à Pouleovo*, V, VII$_3$, n° 75, 1916, p. 80.

([3]) *Theoria motus corporum cœlestium* (Hambourg, 1809).

([4]) *Cours de Mécanique céleste*, Vol. I, p. 120 et suivantes (Paris, Gauthier-Villars, 1923).

d'où en remplaçant s par sa valeur $s = r_1 r_2 \sin\psi$, en appelant (J) la série entre crochets et en effectuant les simplifications évidentes il vient

$$(9) \qquad p = \left\{ \left[\frac{r_1 r_2}{\tau} \right]^2 + \frac{(J)}{3} \sqrt{r_1 r_2} \right\} \sin^2\psi.$$

On reconnaît la formule d'Euler.

Ainsi pour augmenter la précision de la formule (3), il suffit de prendre dans le second membre comme coefficient du second terme (J)/3 au lieu de 1/3.

De même pour avoir le rapport g/τ, et par conséquent la valeur du paramètre, il n'y a pas lieu d'effectuer d'approximations si ce n'est à titre de contrôle (et alors une seule suffit).

Appliquons ce qui précède à l'exemple donné par M. Viliev. Les données sont

$$r_1 = [0,3876960], \qquad r_2 = [0,3985250], \qquad \psi = 13^\circ 52' 44'' 20, \qquad t_2 - t_1 = 57,97767.$$

On trouve

	$\frac{\tau}{g}$.	p.
L. Euler	[0,0039418]	[0,4209337]
M. Viliev	[0,0039840]	[0,4210180]
Gauss, H. Andoyer (trois approximations).	[0,0039894]	[0,4210288]
Formules (6) et (7) (de prime abord)...	[0,0039893]	[0,4210286]

Ce qui permet de confirmer la valeur des formules que nous venons d'indiquer.

Sans quitter le domaine des généralités, nous remarquerons encore ici que parmi les formules que nous avons obtenues, la relation

$$g\tau^{-1} = (g_1 g_2)^2 (\tau_1 \tau_2)^{-2}$$

peut servir aussi de point de départ pour les calculs aussi bien dans le cas d'une ellipse, que dans celui d'une parabole ou d'une hyperbole.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur un procédé spectroscopique de mesure de la vitesse et de la température de gaz très chauds et très rapides.* Note (*) de Mme **Irène Bredt**, présentée par M. Joseph Pérès.

Dans le cas des gaz très chauds et très rapides comme ceux produits dans les propulseurs fusées, on ne peut utiliser tels quels les procédés spectroscopiques usuels qui supposent établi l'équilibre thermique et chimique du gaz. Ils ne permettraient d'observer que les variations d'énergie liées aux mouvements de rotation, d'oscillation, et d'excitation électronique. Or il est

(*) Séance du 13 juin 1949.

essentiel de mesurer l'énergie de translation. Cela est possible en utilisant l'action sur les raies spectrales de l'effet Doppler-Fizeau.

Soit $\Delta\lambda$ le déplacement d'une raie émise par une particule de vitesse relative Vr par rapport à l'observateur, on a :

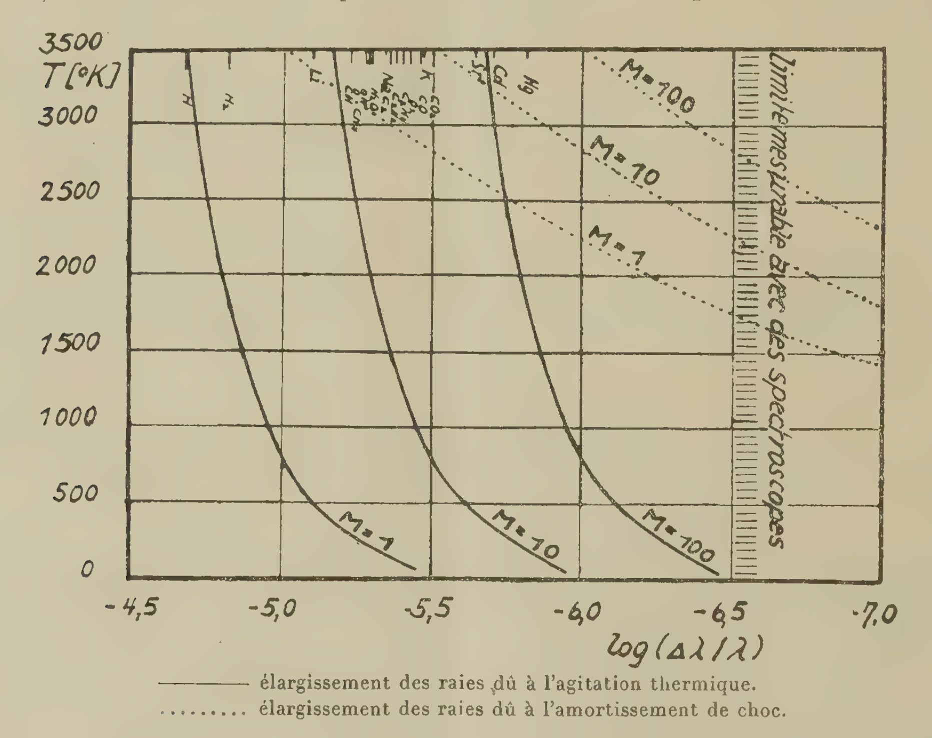
$$\Delta\lambda = \frac{\mathrm{Vr}}{c} = \pm \frac{\mathrm{V}\sin\alpha}{c} \quad (c = \text{vitesse de la lumière}).$$

De la mesure de $\Delta\lambda$ on peut donc tirer la vitesse relative d'ensemble du gaz ainsi que sa température de translation.

L'agitation thermique se traduit par un élargissement symétrique des raies. L'intensité locale dans la raie est proportionnelle au nombre d'atomes d'égale vitesse relative :

$$\frac{d\mathrm{N}_{(\mathrm{Vr})}}{\mathrm{N}} = e^{-\left(\frac{\mathrm{Vr}}{a}\right)^2} \frac{d\mathrm{Vr}}{a\sqrt{\pi}},$$

avec a = vitesse moléculaire probable. L'écart $\Delta\lambda$ correspondant à une intensité



——— élargissement des raies dû à l'agitation thermique.
.... élargissement des raies dû à l'amortissement de choc.

moitié de l'intensité maximum au milieu de la raie, s'en déduit, en fonction de la température absolue T et du poids moléculaire M :

$$2\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 1,667\frac{a}{c} = 7,14.10^{-7}\sqrt{\frac{\mathrm{T}}{\mathrm{M}}}.$$

La figure représente l'élargissement des raies par effet Doppler-Fizeau pour

un gaz *au repos* en fonction de T et de M. On a indiqué la position des principaux radicaux et molécules à considérer, ainsi que celle des indicateurs spectroscopiques les plus usuels. Les limites des mesures possibles sont données par la demi-largeur naturelle des raies ($\Delta\lambda/\lambda \simeq 10^{-8}$), due à l'amortissement de rayonnement et par le pouvoir séparateur maximum des spectrographes. Si ce pouvoir est donné par la valeur $\lambda'/\Delta\lambda' \simeq 7.10^6$, l'élargissement de la raie symétrique $\Delta\lambda$ doit enfermer au moins deux éléments $\Delta\lambda'$ pour permettre de reconnaître une structure de raie. Ainsi on obtient comme limite $\Delta\lambda/\lambda \simeq 3.10^{-7}$.

Pour la sensibilité maximum, on trouve $\Delta\sqrt{T/M} \geq 0,2$,

En utilisant les raies d'atomes légers, on devrait donc pouvoir déterminer la température avec une bonne précision, à condition qu'aucun phénomène parasite ne vienne perturber la mesure.

Une vitesse d'ensemble constante v', superposée à l'agitation thermique désordonnée, ne change rien à la répartition d'intensité dans la raie élargie, qui est seulement déplacée sans déformation. Pour la mesure des vitesses, on peut donc prendre pour référence une source lumineuse froide au repos, formée du gaz choisi comme indicateur, et disposée derrière l'engin en étude. La distance de la raie de référence non décalée, de largeur naturelle, au maximum d'intensité de la raie décalée est le $\Delta\lambda$ à utiliser pour le calcul de la vitesse d'ensemble. La limite de sensibilité donnée par le pouvoir séparateur maximum, pour une vitesse d'écoulement constante, est ici de l'ordre de 100 m/s soit 3 à 5 % de la vitesse d'éjection théorique d'une fusée.

S'il existe un gradient local de vitesse ou de température, cela compliquera l'évaluation à cause des effets de superposition : élargissements dissymétriques, absorption partielle, auto-inversion, etc. Il sera néanmoins toujours possible de mesurer au moins les valeurs maxima.

En plus de ces phénomènes de superposition, il y a encore deux causes pouvant modifier la structure des raies, et cacher ou fausser l'effet à mesurer. Ce sont l'élargissement dû à la pression, provenant de l'amortissement des chocs, et le dédoublement des raies en présence des champs électromagnétiques.

Par le choix d'indicateurs convenables, on peut garder l'élargissement dû à la pression en dessous de celui dû à la température; de plus, connaissant la pression, on peut calculer la répartition d'intensité correspondante, ce qui permet de séparer les deux effets.

Pour ce qui est de l'élargissement des raies par les champs atomiques électriques ou magnétiques, on ne peut l'évaluer quantitativement qu'après mesure du degré d'ionisation réel du gaz.

ASTROPHYSIQUE. — *Sur la détermination du convergent du courant du Scorpion Centaure.* Note de MM. **Marcel Mayot** et **Pierre Guintini**, présentée par M. André Danjon.

Dans une précédente Note (¹) nous avons indiqué une méthode pour déterminer le convergent d'un courant au moyen des mouvements propres et appliqué cette méthode aux étoiles B o à B 5 de Rasmusson. Nous donnons ici les résultats d'une étude plus complète du courant du Scorpion Centaure, pour laquelle nous avons utilisé les étoiles O et B o à B 5 de notre fichier, de coordonnées équatoriales α et δ comprises entre les limites : $8\,\text{h} \leqq \alpha \leqq 20\,\text{h}$, $-80^\circ \leqq \delta \leqq -10^\circ$ (639 étoiles).

1. Dans un premier essai nous supposons le courant dirigé vers l'Antapex de coordonnées : $\alpha = 90^\circ$, $\delta = -30^\circ$. On peut alors calculer pour chaque étoile la quantité : (Bo — Bc); Bo, angle de position observé; Bc angle de position calculé.

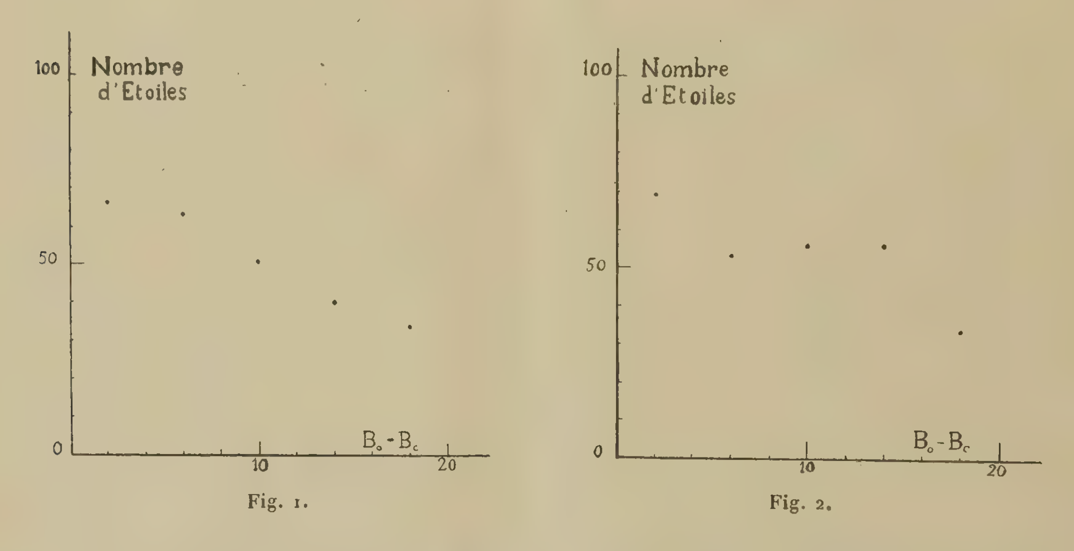


Fig. 1. Fig. 2.

Pour 274 étoiles nous avons $|\text{Bo} - \text{Bc}| < 25^\circ$; la détermination du convergent de ces 274 étoiles, effectuée par la méthode indiquée (¹), donne, en tenant compte uniquement de la direction des mouvements propres $\alpha = 91^\circ{,}4$, $\delta = -35^\circ{,}5$.

Si l'on tient compte à la fois de la direction et de la grandeur des mouvements propres, ce qui revient à donner à chaque équation un poids μ, on obtient $\alpha = 92^\circ{,}7$, $\delta = -37^\circ{,}5$.

Nous avons adopté $\alpha = 91^\circ{,}4$, $\delta = -35^\circ{,}5$ pour direction du convergent et calculé les résidus (Bo — Bc) par rapport à cette direction.

(¹) *Comptes rendus*, **226**, 1948, p. 994.

La distribution des 249 étoiles pour lesquelles $|Bo - Bc| < 20^\circ$ est représentée par la figure 1. Pour ces étoiles la valeur moyenne de $\overline{\sin^2(Bo - Bc)}$ est 0,0308, ce qui correspond à $\overline{|Bo - Bc|} = 10^\circ,1$.

2. Dans un deuxième essai nous n'avons fait aucune hypothèse sur la direction du courant et déterminé le convergent des 639 étoiles par la condition $\Sigma(\cos^2 V_i/\sin^2\theta_i)$ minimum, ce qui donne $\alpha = 87^\circ,7$, $\delta = -47^\circ,2$.

Nous avons calculé pour chaque étoile la quantité (Bo — Bc) correspondant à cette nouvelle direction. Pour 304 étoiles, nous avons $|Bo - Bc| < 25^\circ$; le convergent de ces étoiles, en tenant compte uniquement de la direction des mouvements propres, est : $\alpha = 92^\circ,3$, $\delta = -47^\circ,7$.

En tenant compte à la fois de la direction et de la grandeur des mouvements propres, on obtient : $\alpha = 93^\circ,1$, $\delta = -46^\circ,0$.

En adoptant pour direction du convergent : $\alpha = 92^\circ,3$, $\delta = -47^\circ,7$, on calcule, comme dans le (1), les résidus (Bo — Bc) par rapport à cette direction.

Nous avons cette fois 265 étoiles pour lesquelles $|Bo - Bc| < 20^\circ$; leur distribution est représentée par la figure 2. La valeur moyenne de $\overline{\sin^2(Bo - Bc)}$ est 0,0329, ce qui corrrespond à $\overline{|Bo - Bc|} = 10^\circ,5$.

Conclusion. — Dans le calcul du convergent les résultats sont pratiquement les mêmes que l'on considère à la fois la grandeur et la direction des mouvements propres ou seulement leur direction. Une sélection, même large, du matériel au départ peut éliminer certains membres susceptibles d'appartenir au courant et en modifier la direction, c'est ce qui explique la variété des résultats trouvés par les différents auteurs.

La dispersion résultant de la détermination théorique du minimum de $\overline{\sin^2(Bo - Bc)}$ dont on déduit la direction du convergent dépend en toute rigueur de la répartition des étoiles choisies sur la sphère céleste; elle est de l'ordre de la dispersion sur les directions des mouvements propres eux-mêmes (6° environ). L'erreur sur la direction du convergent est du même ordre de grandeur.

Nous effectuons actuellement une étude analogue avec les étoiles B de l'hémisphère Nord.

ASTROPHYSIQUE. — *Sur les relations approchées d'Eddington-Barbier exprimant la loi d'assombrissement et le flux de rayonnement en fonction des conditions locales d'une atmosphère stellaire.* Note de M. **Vladimir Kourganoff**, présentée par M. André Danjon.

On sait que l'intensité $I_\nu(\tau_\nu, \mu)$ et le flux $\mathcal{F}_\nu(\tau_\nu)$, ainsi que les grandeurs intégrées correspondantes, sont des *fonctionnelles* (et non des *fonctions*) de la fonction-source $B_\nu(\tau_\nu)$. On peut cependant trouver des relations d'un type

plus simple, exprimant l'assombrissement et le flux en fonction des conditions *locales* d'une atmosphère en certains points *moyens* convenablement choisis.

Eddington s'est déjà servi de telles relations, mais elles n'ont été utilisées systématiquement qu'à la suite des travaux de D. Barbier [1].

I. Nouvelle démonstration (élémentaire) et généralisation. — Supposons que l'on ait :

$$B(\tau)=a\tau+b \quad \text{ou} \quad B_\nu(\tau_\nu)=a_\nu\tau_\nu+b_\nu. \tag{1}$$

On trouve alors immédiatement, avec des notations classiques :

$$I(0,\mu)=a\mu+b \quad \text{ou} \quad I_\nu(0,\mu)=a_\nu\mu+b_\nu. \tag{2}$$

Introduisons l'opérateur du flux : on obtient

$$\varphi_0(\tau)=\Phi_\tau\{1\}=2K_3(\tau); \qquad \varphi_1(\tau)=\Phi_\tau\{\tau\}=\frac{4}{3}-2K_4(\tau); \tag{3}$$

$$\mathcal{F}(\tau)=\varphi_0(\tau)\left[a\frac{\varphi_1(\tau)}{\varphi_0(\tau)}+b\right] \quad \text{ou} \quad \mathcal{F}_\nu(\tau_\nu)=\varphi_0(\tau_\nu)\left[a_\nu\frac{\varphi_1(\tau_\nu)}{\varphi_0(\tau_\nu)}+b_\nu\right]. \tag{4}$$

On peut éliminer entièrement a et b et écrire

$$I(0,\mu)=B(\mu) \quad \text{ou} \quad I_\nu(0,\mu)=B_\nu(\mu), \tag{5}$$

$$\mathcal{F}(\tau)=\varphi_0(\tau)B(x) \quad \text{ou} \quad \mathcal{F}_\nu(\tau_\nu)=\varphi_0(\tau_\nu)B_\nu(x_\nu); \tag{6}$$

$$x=\frac{\varphi_1(\tau)}{\varphi_0(\tau)} \quad \text{ou} \quad x_\nu=\frac{\varphi_1(\tau_\nu)}{\varphi_0(\tau_\nu)}. \tag{7}$$

2. Degré de précision des relations (5) et (6) dans les principaux cas usuels. — Le symbole Δ représente dans ce qui suit l'erreur relative *maximum, en %, dans tout le domaine de variation de la grandeur étudiée.*

a. Cas gris. Grandeurs intégrées [d'après les valeurs rigoureuses de $B(\tau)$]

$$\Delta I(0,\mu)=1,6\,\%; \qquad \Delta\left[\frac{I(0,\mu)}{I(0,1)}\right]=1,2\,\%, \tag{8}$$

$$\Delta\mathcal{F}(\tau)=1,7\,\% \quad \text{pour} \quad \tau=0; \qquad \mathcal{F}(0)=0,985\,B\left(\frac{2}{3}\right). \tag{9}$$

b. Cas gris. Grandeurs monochromatiques [d'après les valeurs rigoureuses de $B(\tau)$]. — Posons, avec Chandrasekhar : $\alpha=h\nu/kT_c$. Bornons-nous à $\mathcal{F}_\alpha$ car l'étude de $I_\alpha(0,\mu)$ ne présente pas beaucoup d'intérêt.

$$\Delta\mathcal{F}_\alpha(0)=13\,\% \quad \text{quand} \quad 0\leqq\alpha\leqq 8, \qquad \Delta\mathcal{F}_{12}(0)=41\,\%; \tag{10}$$

$$\Delta\mathcal{F}_\alpha\left(\frac{1}{2}\right)=9\,\% \quad \text{»} \quad 0\leqq\alpha\leqq 8, \qquad \Delta\mathcal{F}_{12}\left(\frac{1}{2}\right)=50\,\%; \tag{11}$$

$$\Delta\mathcal{F}_\alpha(1)=54\,\% \quad \text{»} \quad 0\leqq\alpha\leqq 8, \qquad \Delta\mathcal{F}_{12}(1)>100\,\%. \tag{12}$$

c. Cas du Soleil. Grandeurs monochromatiques (d'après les observations

---

[1] *Ann. d'Astroph.*, 6, 1943, p. 113.

d'Abbot). Le maximum d'erreur sur $I_\lambda(0, \mu)$ est pour $\mu = 1$.

$$(13)\quad \begin{cases} \Delta I_{3747}(0, \mu) = 4{,}6\,\%\,; & \Delta I_{5062}(0, \mu) = 8{,}1\,\%\,; \\ \Delta I_{10080}(0, \mu) = 10{,}0\,\%\,; & \Delta I_{20970}(0, \mu) = 6{,}8\,\%. \end{cases}$$

$$(14)\quad \begin{cases} \Delta \mathcal{F}_{3747}(0) = -\ 3{,}4\,\%\,; & \Delta \mathcal{F}_{5062}(0) = -6{,}8\,\%\,; \\ \Delta \mathcal{F}_{10080}(0) = -\ 10{,}8\,\%\,; & \Delta \mathcal{F}_{20970}(0) = -3{,}9\,\%. \end{cases} \quad \lambda \text{ en Å.}$$

3. Degré de précision en général. — Nous voyons que les relations (5) et (7) donnent d'excellents résultats sauf dans l'ultraviolet lointain ($\alpha = 12$ correspond à $\lambda = 0^{\mu},1$ pour le Soleil) ou pour les grands τ.

La démonstration usuelle, au moyen d'un développement en série de Taylor au voisinage de $\tau^\star$, n'est pas convaincante car elle suppose une décroissance rapide des dérivées $B^{(n)}(\tau^\star)$ avec n, qui n'a pas lieu (le développement de Taylor en question se présente comme une série alternée dont les premiers termes *croissent* rapidement en valeur absolue !).

Mais en examinant des fonctions B de la forme (résultats valables pour B_ν !)

$$(15)\quad B(\tau) = a\tau + b + L\,e^{-\beta\tau}$$

par une méthode directe analogue à celle du paragraphe 1, pour des valeurs très différentes de a, b, L et β, on peut prévoir d'avance ce qui se passera dans tous les cas plausibles physiquement. On constate une remarquable *stabilité* vis-à-vis des variations possibles de l'importance relative de la partie non linéaire $L e^{-\beta\tau}$. Cela explique les résultats du paragraphe 2. Tous les résultats étant proportionnels à a, nous le supposerons égal à 1.

Alors avec $b \geqq -L$; $0{,}5 \leqq \beta \leqq 5$; $-10 \leqq L \leqq 1/\beta$, on trouve (cas extrêmes)

$$(16)\quad \begin{cases} \Delta I(0, \mu) = 14\,\% & \text{quand}\quad L \leqq 0\,; & \beta = 0{,}5\,; \\ \Delta I(0, \mu) = 28\,\% & \text{quand}\quad L \leqq 0{,}2\,; & \beta = 5{,}0\,; \end{cases}$$

avec une erreur pouvant aller à 50 % pour $\mu = 0{,}3$; $\beta = 0{,}5$; $L = 2$.

$$(17)\quad \begin{cases} \Delta \mathcal{F}(0) = 13\,\% & \text{quand}\quad L \leqq 1{,}2\,; & \beta = 0{,}5\,; \\ \Delta \mathcal{F}(0) = 27\,\% & \text{quand}\quad L \leqq 0{,}2\,; & \beta = 5{,}0 \end{cases}$$

avec une erreur pouvant aller jusqu'à 42 % pour $\beta = 0{,}5$; $L = 2$.

4. Application a une solution paramétrique de l'équation de transfert. — En exprimant que le flux $\mathcal{F}(\tau)$, (6), est *constant* et égal à F, il vient

$$(18)\quad B(x) = \frac{F}{\varphi_0(\tau)} \qquad \text{avec}\quad x = \frac{\varphi_1(\tau)}{\varphi_0(\tau)}.$$

Ceci est une « représentation paramétrique » de la fonction $B = B(x)$ qui, comme le montre le calcul numérique, est très supérieure à toutes les solutions *linéaires* de la forme (1), qui pourtant nous a servi de point de départ. On déduit aussitôt de (18) et de (7)

$$(19)\quad B(x) = \left(\frac{3}{4}\right) F[x + q(x)] \qquad \text{avec}\quad q(x) = \frac{K_4(\tau)}{K_3(\tau)}.$$

On vérifie que (18) et (19) s'appliquent pour *toute* valeur positive de x, et que le $\Delta B(x)$ correspondant vaut 7 % [au lieu, par exemple, des 15,4 % de la solution linéaire classique $B(\tau) = (1/2)F(1 + (3/2)\tau)$].

MAGNÉTISME. — *Mesure de la constante gyromagnétique du fer et du nickel.* Note de M. **André J.-P. Meyer**, présentée par M. Aimé Cotton.

Le rapport du moment cinétique j au moment magnétique μ d'un électron, appelé rapport gyromagnétique, est donné par

$$\rho = \frac{j}{\mu} = \frac{2\,mc}{ge},$$

où g est le facteur de Landé, accessible à la mesure par cette relation. Pour un électron orbital $g = 1$, pour un électron tournant $g = 2$. Les expériences (1) effectuées jusqu'à ce jour sur les éléments ferromagnétiques par des auteurs différents donnent des résultats peu concordants. Sucksmith, Chattok et Bates (1) attribuent au spin seul les moments atomiques du fer, du cobalt et du nickel, tandis que les valeurs de g données par Barnett (2)(3) indiquent une participation de moment orbital aux moments observés : pour le fer, $g = 1{,}932$; le cobalt, $g = 1{,}855$; le nickel, $g = 1{,}912$. Cet auteur (4) a admis récemment que par suite d'une erreur systématique ces valeurs de g seraient trop petites d'environ 1 %.

Nous avons repris ces mesures en utilisant la méthode de résonance perfectionnée par Cœterier (5). La mise au point de l'appareil a été faite de façon à obtenir la précision requise en une seule mesure, et non par des moyennes portant sur un grand nombre d'expériences et n'éliminant pas les erreurs systématiques. Les mesures ont été effectuées sur des tiges métalliques homogènes de 150^{mm} de long et 3^{mm} de diamètre, coulées au four H. F. à l'aide d'une méthode originale à partir de fer et de nickel carbonyl pur. L'amplitude angulaire gyromagnétique à la résonance, d'une tige de moment d'inertie I, est donnée par

$$\alpha = \frac{2\,mc}{ge}\,\frac{2}{\pi}\,\frac{\mathrm{MT}}{\delta . \mathrm{I}}.$$

Le moment magnétique M est déterminé pendant l'expérience même, le décrément logarithmique δ par enregistrement photographique. Les champs

(1) Pour une revue d'ensemble du sujet *voir* par exemple : L.-F. Bates, *Modern Magnetism*, 1947, p. 202; Becker-Döring, *Ferromagnetismus*, 1939, p. 72.

(2) *Le Magnétisme*, II, 1940, p. 203.

(3) S.-J. Barnett, *Proc. Amer. Acad. of Arts and Science*, 75, 1944, p. 109.

(4) S.-J. Barnett et D.-S. Webber, *Phys. Rev.*, 71, 1947, p. 896.

(5) *Helv. Phys. Acta*, 8, 1935, p. 522.

magnétiques utilisés sont de l'ordre de 10 gauss. Les amplitudes obtenues varient de 10 à 20^{cm}. Toutes les mesures ont été faites à la pression atmosphérique. Le Tableau suivant donne en exemple les valeurs détaillées, exprimées en unités c. g. s., d'une mesure individuelle du nickel :

T.	M.	I.	$\frac{\delta}{T}\cdot 10^3$.	2A.	l.	g.	$\rho\frac{e}{mc}$.	$\lvert$I-II$\rvert$.
2,969....	266,8	0,1317	6,387	10,44	227,0	1,997	1,002	0,002
	± 0,3	$\pm 3,10^{-4}$	±0,013	± 0,02	± 0,1	±0,018	±0,009	

2A est la double amplitude lue, l la distance du miroir à l'échelle. $\lvert$I-II$\rvert$ est la différence de deux valeurs de $\rho(e/mc)$ obtenues au cours d'une expérience pour les deux positions d'un commutateur d'inversion d'assymétrie. Ce terme, qui dépend des couples perturbateurs magnétiques pouvant agir sur le système, a été introduit par Barnett et permet de juger de la qualité de la mesure.

Les résultats d'ensemble concernant le fer et le nickel sont rassemblés dans le second tableau. Nous n'avons pu effectuer de mesure pour le cobalt. Par suite de sa grande dureté magnétique, la différence des champs démagnétisants suivant l'axe de la tige et perpendiculairement à celle-ci, n'est pas suffisante pour orienter le moment magnétique de la tige suivant son axe géométrique. La tige possède alors une composante de moment horizontal trop importante pour permettre une mesure.

	Nombre de mesures.	$\lvert$I-II$\rvert_{max}$.	$\lvert\overline{\text{I-II}}\rvert$.	$\overline{\rho\frac{e}{mc}}$.	$\bar{g}$.
Fe........	8	0,022	0,010	0,996	2,008 ± 0,007
Ni.........	2	0,004	0,002	1,002	1,996 ± 0,003

$\lvert$I-II$\rvert_{max}$ est la valeur maxima observée de ce terme pour la série de mesures correspondante. $\lvert\overline{\text{I-II}}\rvert$ est la valeur moyenne de ces termes. L'erreur indiquée est l'erreur moyenne de $\bar{g}$. L'erreur réelle possible pour une mesure individuelle est difficile à chiffrer. Sa limite supérieure est de 2 %, sa valeur moyenne d'environ 1 %. Ce chiffre est partiellement conditionné par les cinq mesures absolues qui font partie d'une détermination de g.

Une introduction d'impuretés dans le fer, des traitements thermiques différents affectant sa dureté magnétique sont sans conséquence sur la valeur de g alors que Barnett (2) constate une variation de la constante gyromagnétique pour des fers purs d'origine différente.

Les faibles écarts subsistant entre nos résultats et la valeur théorique $g = 2$ se trouvent dans les limites d'erreurs. Nos mesures nous portent donc à poser $g = 2,00$ pour le fer et le nickel, en confirmant à l'aide d'une précision accrue les résultats des chercheurs anglais, et à désigner l'électron tournant comme seul porteur de moment dans ces corps à leur état ferromagnétique.

RADIOÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la fréquence maximum utilisable en parcours ionosphérique.* Note de M. **Ewald Harnischmacher**, présentée par M. Jean Cabannes.

La fréquence maximum utilisable (MUF) joue un rôle considérable dans les prévisions ionosphériques. Malheureusement elle n'a été mesurée que rarement par un procédé exact (¹) (²). Cette mesure exige d'une part l'émission d'impulsions de courte durée (10^{-4} sec) et d'autre part leur réception synchrone par une station distante. La mesure de la MUF se fait alors par variation de la fréquence émise, qui augmente jusqu'à ce que les réflexions disparaissent. C'est la synchronisation exacte qui présente le plus des difficultés.

Nous avons profité du synchronisme existant pendant le premier trimestre de l'année 1948 entre les réseaux électriques, pour prendre à Fribourg (Br) les sondages horaires de la station ionosphérique de Lindau près de Göttingen (station allemande travaillant sous contrôle du British Department of Scientific and Industrial Research). Le synchronisme étant garanti par les secteurs couplés, le récepteur était facilement accordé par l'opérateur. Des enregistrements furent faits à Fribourg juste après les mesures horaires zénithales. La distance des stations est 430^{km}.

On sait qu'il y a deux parcours possibles dans une couche réfléchissante qui se réunissent en un seul juste pour la MUF (³). A cause de ce fait, l'enregistrement à fréquence variable, donne un point de rebroussement qui mesure précisément la MUF. Le rebroussement n'existe pas toujours dans le cas d'une si faible distance. Nous avons choisi pour l'évaluation les seules valeurs, où il existait. On s'est limité d'ailleurs au rayon ordinaire du dédoublement magnétique.

En comparant la MUF mesurée pour le parcours par la couche F2 avec la fréquence critique foF2, mesurée à Fribourg quelques minutes avant, on obtient un facteur MUF/foF2 (Fribourg), qui donne d'une façon provisoire l'influence du parcours oblique sur la liaison radiotélégraphique. Mais ceci vaut seulement à condition que l'ionisation de la couche F2 soit homogène le long du parcours.

Les valeurs mesurées de ce facteur provisoire ont une variation systématique avec l'heure. Il existe une pointe pour le lever du Soleil, due au fait que celui-ci se lève plus tôt à Fribourg. Si l'on néglige ces deux heures, le facteur provi-

---

(¹) F. T. Farmer, C. B. Childs, A. Cowie, *Proc. Phys. Soc.*, 50, 1938, p. 767.

(²) W. Grone, K. Krüger, G. Goubau et J. Zenneck, *Hochfrequenztechn. u. El. Ak.*, 48, 1936, p. 1; R. Eyfrig, *loc. cit.*, 56, 1940, p. 161.

(³) K. Försterling et H. Lassen, *Zeits. techn. Physik*, 12, 1931, p. 453, 502.

soire est nettement 1,1 le jour 08 — 19h temps local moyen et 1,0 pendant la nuit (21 — 05h).

Or le facteur M, qui entre dans les calculs de propagation, est donné exactement par le rapport de la MUF et de la fréquence critique au point de réflexion, c'est-à-dire au milieu de la distance. Il existe en réalité un faible gradient horizontal dans l'ionisation de la couche F2. Ceci produit une variation bien systématique, l'ionisation étant en général moins forte au Nord. Afin de corriger les facteurs provisoires, nous avons tenu compte de cette influence, en déduisant une correction moyenne d'après les médianes mensuelles des deux stations. Soit $(1 - k)$ le facteur par lequel il faut multiplier la médiane de foF2 (Fribourg) pour avoir celle de Lindau; on utilisera donc un facteur de correction de $(1 - k/2)$ pour en tirer la valeur au milieu du parcours.

La station de Lindau n'a pas publié de médiane pour le mois de février 1948, mais pour janvier et pour mars [4]. En janvier le facteur de correction $[1-(1/2)k]$ était 0,99 en jour, 0,93 pendant la nuit; en mars : 0,97 et 0,945. Pour les 3 semaines du 16 février au 8 mars 1948, où les mesures ont été faites, on peut facilement interpoler et l'on arrive à 0,976 pour le jour, 0,940 pendant la nuit.

Appliquons cette correction aux facteurs provisoires précédents d'après l'équation :

$$(\mathrm{M}\,430^{\mathrm{km}})\,\mathrm{F}2 = \frac{1}{1-\frac{1}{2}k} + \frac{\mathrm{MUF}}{f_0\,\mathrm{F}2(\mathrm{Fribourg})}.$$

On obtient finalement pour $(\mathrm{M}\,430^{\mathrm{km}})$ F2 les valeurs médianes de 1,127 pour le jour et de 1,062 pour la nuit.

RADIOÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la puissance, en ondes centimétriques, au moyen de bolomètres.* Note de M. **Jean Broc**, présentée par M. René Barthélemy.

La mesure de la puissance transportée par une onde centimétrique, par exemple à l'intérieur d'un guide d'ondes, présente une grande importance théorique; elle est également nécessaire dans presque toutes les applications pratiques. Lorsqu'on effectue cette mesure au moyen de l'effet bolométrique produit par l'élévation de température d'un fil métallique très fin, il faut rechercher les conditions dans lesquelles il y a équivalence entre l'effet global, sur le fil, des ondes centimétriques, et celui d'un courant continu. C'est à cette condition que la mesure peut prétendre atteindre une valeur absolue.

L'étude que nous avons faite pour des fils de platine de 1 à 3$^{\mu}$ a conduit à chercher la distribution d'équilibre de la température le long du fil quand le

---

(4) *Central Radio Propagation Laboratory*, rapport CRPL-F 46 (21-6-1948).

dégagement de chaleur n'est pas uniforme sur toute sa longueur. Cette distribution est donnée par la solution d'une équation différentielle de la forme

$$KS\frac{d^2\theta}{dx^2}-[\gamma-\alpha\varphi^2(x)]\theta+\varphi^2(x)=0,$$

équation que nous avons pu résoudre numériquement, de façon précise, par un montage d'analogie électrique.

Dans cette équation, K est la conductibilité thermique, S la section du fil, α le coefficient de température de la résistivité, $\varphi^2(x)$ la fonction qui traduit le dégagement de chaleur.

Le refroidissement le long du fil, par la surface extérieure, est caractérisé par le coefficient γ que nous avons déterminé expérimentalement en courant continu. Nous avons trouvé que la part revenant au rayonnement thermique est seulement le centième environ de celle qui revient à l'échange thermique avec les gaz résiduels, dans le cas d'un vide médiocre (10^{-1} à 10^{-2} mm Hg) tel qu'il est réalisé, en général, dans l'ampoule du bolomètre. Il faut pour négliger cet échange thermique, pousser le vide jusqu'à 10^{-4} mm Hg. Dans tous les cas, nous avons constaté que la mesure absolue est possible, non seulement si la longueur du bolomètre est petite devant la longueur d'onde λ (0,10 λ pour une mesure à 1 %), mais encore pour certaines longueurs plus grandes (par exemple 0,8 λ pour un vide médiocre, et 0,94 λ pour un bolomètre vidé à 10^{-4} mm Hg). Des bolomètres de longueurs différentes sont affectés de coefficients d'erreur (compris entre 0,6 et 1,3) qui ont été calculés ; ces coefficients ont été trouvés sensiblement exacts par une vérification expérimentale basée sur un montage de guides d'ondes qui divise la puissance en deux parties égales, entre deux dérivations.

Nous avons ainsi réalisé un wattmètre pratique qui permet des mesures de 50 μW jusqu'à 0,01 μW. L'étude et la réalisation ont été effectuées sur $\lambda = 3^{cm},2$.

La plus petite puissance mesurable (10^{-8} W) est 10 fois plus faible environ que celle atteinte avec un *thermistor* et la réalisation est plus simple, car le bolomètre est environ 100 fois moins sensible aux variations de la température ambiante.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur une nouvelle espèce d'inclusion radioactive contenue dans les roches éruptives.* Note de M. **René Coppens**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Nous avons déjà signalé, dans deux précédentes Notes [1], l'existence, dans les roches éruptives, de deux sortes d'inclusions radioactives :

---

[1] Coppens, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 176 et 228, 1949, p. 1218.

1° Des inclusions très petites, d'une surface de quelques dizaines de microns carrés, à forte radioactivité. Le rapport des concentrations en thorium et en uranium de ces inclusions n'a pu être déterminé, mais, en nous basant sur la valeur généralement admise $C_{Th}/C_U = 2,5$, le calcul nous a donné une teneur d'environ 10 % d'uranium et 25 % de thorium.

2° Des cristaux dont la nature n'est pas encore établie, ayant des dimensions de l'ordre du millimètre et contenant surtout du thorium avec peu ou pas d'uranium. La teneur moyenne en thorium de ces cristaux a pu être évaluée à 1 %.

Nous devons, en outre, signaler la présence d'un petit nombre d'inclusions, ayant une surface de quelques centièmes de millimètre carré, et possédant une forte radioactivité.



Traces des rayons produites par une inclusion radioactive provenant d'une concentration des éléments lourds d'un granite de Bretagne. (Collection de M. Demay.) Temps de pose : 200 minutes.

Elles ont été décelées par la plaque photographique et nous les avons rencontrées :

a. Dans un sable de Pénestin (Morbihan). Ce sable a été déposé par les eaux de la Vilaine qui l'ont arraché aux roches désagrégées des terrains traversés. Il s'est produit une lévigation naturelle avec accumulation en certains endroits de l'estuaire à Pénestin par exemple, des éléments lourds.

b. Dans une concentration d'éléments lourds extraits par André Demay du granite dont nous avons étudié la radioactivité dans notre Note du 4 avril 1949.

Le calcul du rapport des concentrations en thorium et en uranium, basé sur l'évaluation du nombre ν_1 des trajectoires ayant dans l'air un parcours supérieur à 7^{cm} d'air et du nombre ν_2 de celles dont le parcours est compris entre $5^{cm},8$ et 7^{cm}, nous a donné les résultats suivants :

Origine.	Inclusion.	Surface approximative (en mm²).	ν_1.	ν_2.	$C_{Th/Cu}$.
Sable de Pénestin (Plage des Demoiselles)...........	1	0,16	84	45	∞
	2	0,04	26	21	364
	3	0,04	16	11	∞
	4	0,02	19	15	∞
Éléments lourds. Granite de Bretagne (Coll. de M. Demay)..........	1	0,03	32	30	24
	2	0,02	24	20	∞
	3	0,005	12	12	110
	4	0,04	17	12	∞
	5	0,03	35	24	∞
	6	0,02	22	18	194

Nous avons donc été conduit à penser que ces inclusions contenaient une forte proportion de thorium avec peu ou pas d'uranium. Pour évaluer la teneur en matières radioactives, nous avons admis qu'elles ne contenaient que du thorium.

Le calcul de cette teneur n'a pu se faire avec les plaques précédentes obtenues avec des poses de plusieurs jours, le grand nombre de trajectoires (plusieurs milliers par champ de microscope) rendant toute numération impossible. Une pose relativement courte de 3 heures 20 minutes nous a donné 178 trajectoires dans un champ de $0^{mm^2},025$ et nous a permis d'évaluer la teneur en thorium avec une approximation d'environ 10 à 15 %.

Cette teneur est de l'ordre de 76 % et correspond à peu près à celle de la thorite pure SiO_2, ThO_2.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Thermodynamique de la décomposition des nitrites* (II). Note de M. **André Peneloux**, présentée par M. Frédéric Joliot.

L'interprétation thermodynamique de la décomposition des nitrites alcalins et alcalinoterreux ([1]) permet l'explication de tous les résultats connus.

Une évolution quelconque du système peut être décrite à l'aide des quatre vitesses de formation des constituants gazeux : si l'on connaît les compositions du produit initial et de la phase gazeuse, on peut en déduire celle de la phase condensée. Ceci se vérifie très exactement à l'aide des mesures de T. M. Oza et B. R. Walawalkar ([2]), qui dans certaines expériences ont effectué le dosage de tous les constituants. Pour des essais de décomposition du nitrite de sodium à 380°, ces auteurs constatent que la masse de nitrate formée par centimètre cube d'azote dégagé est indépendante des conditions opératoires.

([1]) *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 483.
([2]) *Journal of the Indian Chem. Soc.*, **22**, 1945, p. 243.

Or, le calcul à partir de la composition de la phase gazeuse permet de vérifier que cette quantité reste approximativement constante dès que la teneur en azote des gaz de décomposition est assez grande. Une telle constance résulte donc uniquement de la stœchiométrie, et l'on ne saurait rien en déduire quant au mécanisme de la réaction.

Nous avons établi précédemment ([1]) l'inégalité

$$(1)\qquad v_{NO}\log\frac{P_{NO}}{p_{NO}}+v_{N_2}\log\frac{P_{N_2}}{p_{N_2}}+v_{NO_2}\log\frac{P_{NO_2}}{p_{NO_2}}+v_{O_2}\log\frac{P_{O_2}}{p_{O_2}}\geqq 0,$$

dans laquelle v_G est la vitesse de production du gaz G, P_G sa pression d'équilibre, fonction de la température et des activités des constituants condensés, et p_G sa pression partielle effective. Si v_G et $\log(P_G/p_G)$ sont tous deux positifs, l'inégalité (1) n'impose aucune limitation à la production du gaz G, mais si $P_G < p_G$, la vitesse de production du gaz G est limitée supérieurement.

La production de peroxyde d'azote est souvent très faible; d'autre part, Centnerzwert ([3]) a montré que l'oxydation des nitrites est réversible. De ce fait, on peut écrire l'inégalité (1) sous une forme simple, qui permet, si $P_{NO} < p_{NO}$, la comparaison directe des vitesses de production de nitrosyle et d'azote

$$(2)\qquad \frac{v_{NO}}{v_{N_2}}\leqq -\frac{\log\dfrac{P_{N_2}}{p_{N_2}}}{\log\dfrac{P_{NO}}{p_{NO}}}=r.$$

Le rapport r est d'autant plus grand que les pressions d'équilibre sont plus grandes, et que les pressions partielles effectives sont plus petites.

Dans le tableau ci-après, nous avons réuni quelques valeurs des pressions d'équilibre calculées par la formule approchée de Nernst, à une température où la décomposition du nitrite correspondant devient appréciable, et de r pour des pressions partielles effectives de 1^{atm}. Les activités sont supposées égales à 1 pour le nitrite, et à 0,1 pour le nitrate et l'oxyde métallique.

	P_{N_2}.	P_{NO}.	r.
$NaNO_2$ à 380°	10^{12}	10^{-6}	2
KNO_2 à 440	10^{7}	10^{-8}	0,9
$Ba(NO_2)_2$ à 300	10^{16}	10^{-5}	3,2

La valeur de r dépend du cathion considéré. P. C. Rây et A. C. Ganguli ([4]) mesurent une production de nitrosyle 5,7 fois supérieure à celle d'azote dans

---

([3]) *Journal de Chimie Physique*, **27**, 1930, p. 9.
([4]) *Journal of the chemical Society*, **87**, 1905, p. 177.

le cas des sels de baryum, et 1,9 fois dans le cas des sels de sodium. Dans les Mémoires de T. M. Oza et B. R. Walawalkar (2) (5) on peut remarquer que pour des expériences effectuées dans des conditions identiques, le nitrite de sodium produit toujours plus de nitrosyle et moins d'azote que le nitrite de potassium.

D'une façon générale, *r* croît avec la température, mais d'une manière qui dépend du cathion considéré, et peu marquée dans un intervalle de température restreint. Aussi les différents expérimentateurs ne sont-ils pas d'accord sur ce point. Cependant, Ostwald (6) donne comme résultat général une décroissance de la proportion d'azote obtenue quand la température augmente.

Pour du nitrite pur, il n'y a aucune limitation à la production de nitrosyle, mais à mesure que la phase condensée se charge en produits de décomposition, une limitation apparaît, définie par le rapport *r* qui décroît quand les teneurs en nitrate et en oxyde métallique augmentent. Ainsi s'explique le fait signalé par T. M. Oza et M. S. Shah (7), qu'au cours d'une même expérience, les quantités d'azote formées croissent avec le temps.

T. M. Oza et B. R. Walawalkar (2), (5) effectuent certaines de leurs expériences dans du verre, d'autres dans du platine. Dans les premières, la production d'azote est considérablement moindre que dans les secondes, ce qui peut être attribué à une baisse de l'activité de l'oxyde métallique. Ce point de vue est confirmé par le fait que si l'on effectue de telles expériences dans du verre Pyrex ou de la porcelaine, la masse en décomposition attaque les parois qui la contiennent.

Les expériences de ces derniers auteurs sur la décomposition du nitrite de sodium à 380° dans du platine sont particulièrement significatives. Nous donnons ici le rapport des volumes de nitrosyle et d'azote produits :

Décomposition de 0g,5 de nitrite, en laissant pendant le cours de l'expérience les produits gazeux en contact avec la phase condensée	0,70
Décomposition, dans les mêmes conditions, de 0g,5 de nitrite mélangé à 0g,125 de nitrate	0,55
Décomposition de 1g de nitrite dans les mêmes conditions	0,40
» » en pompant les gaz produits	0,82

Ces résultats sont en parfait accord avec les remarques précédentes.

---

(5) *Journal of the Indian Chem. Soc.*, **22**, 1945, p. 173.

(6) *Annales de Chimie*, **1**, 1914, p. 95.

(7) *Journal of the University of Bombay*, II, 1942, p. 70.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la constitution colloïdale des solutions de caramel.* Note de M[lle] **Huguette Sellier**, présentée par M. Charles Dufraisse.

Nos solutions ont été préparées de la façon suivante : le saccharose est porté au four électrique à la température moyenne de 215° jusqu'à l'arrêt du boursoufflement et du dégagement gazeux.

Le caramel obtenu est dissous dans l'eau distillée à 100° puis soumis ensuite à une dialyse prolongée (plusieurs semaines) jusqu'à ce que l'eau de dialyse soit incolore.

Après cette opération, la solution de caramel présente une teinte brun rouge foncé. Elle s'avère remarquablement stable car sa densité optique ne varie pas avec le temps par conservation à la glacière.

L'étude spectrophotométrique met en évidence la diminution régulière de la densité optique en fonction des longueurs d'onde croissantes. Le graphique ne révèle donc aucune absorption sélective. Ces solutions suivent la loi de Beer Lambert pour des concentrations inférieures à 30^g par litre. A la température de 25° pour une concentration de $5^g,8$ par litre leur conductibilité électrique est de $9,866.10^{-5}$ mhos.

De nombreux électrolytes (acétate de Pb, bisulfate de K, sulfate d'Al, eau de baryte, alumine, alun de K) en provoquent la floculation. Ce déséquilibre n'affecte jamais la totalité du colloïde, car après sédimentation du floculat la solution surnageante reste légèrement colorée en jaune clair.

Les acides minéraux, les bases, quelques sels tels que NaCl, KCl, $BaCl_2$, SO_4K_2, $AlCl_3$, $ThCl_4$ ne provoquent jamais la floculation quelles que soient les concentrations respectives de l'électrolyte et du colloïde.

Les hydrosols de caramel semblent beaucoup plus stables et moins faciles à floculer que les hydrosols de carbone dont les propriétés ne sont pas sans présenter certaines analogies.

Le colloïde de caramel fixe les colorants colloïdaux électro-positifs, mais ne fixe pas les colorants colloïdaux électro-négatifs. Nos expériences ont été effectuées sur plusieurs colorants des deux signes [bleu victoria (+), bleu de méthylène (+), rouge diamine (—), bleu de méthyle (—)].

Nous avons employé pour ces mesures la méthode spectrophotométrique instituée par A. Boutaric et S. Fabry [1].

Ces résultats s'expliquent du fait que le transport électrophorétique montre que les granules de caramel sont électro-négatifs.

Signalons cependant que l'électrophorèse n'est jamais totale; une partie colorée du sol n'est en effet pas entraînée. Peut-on l'attribuer à un résidu non colloïdal incomplètement éliminé par dialyse? Nous ne le pensons pas car

---

(1) *Ann. Soc. Scient. Bruxelles*, série I, 62, 1948, p. 47.

l'ultrafiltration de cette fraction non électrophorétique fournit un liquide ultra-filtré parfaitement incolore.

Ceci semblerait indiquer que les matières colorantes qui ne sont pas entraînées sont de nature colloïdale, mais vraisemblablement de poids moléculaire très élevé.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la chimie des solutions métalliques diluées.* Note de M. **Léon Jollivet**, présentée par M. Albert Portevin.

L'industrie métallurgique utilise de plus en plus les procédés d'affinage basés sur l'addition au métal fondu de certains éléments qui provoquent la séparation des impuretés dans une phase distincte. Depuis un siècle on extrait l'argent du plomb par une addition de zinc. Plus récemment Kroll a indiqué (1) des séparations nouvelles par l'emploi de métaux alcalins ou alcalino-terreux et de nombreux procédés semblables ont été créés.

Malgré d'importantes recherches, ces connaissances étaient restées purement empiriques avant nos travaux. Nous avons montré (2) que toutes ces séparations sont causées par le même phénomène, suivant une même loi dont la connaissance nous a permis de découvrir des séparations nouvelles. Ainsi se précise une chimie des solutions métalliques diluées dont nous indiquons ici la base et les premiers aspects.

Elle est dominée par le *phénomène de dissociation des composés*. Lorsque deux éléments A, B, d'une telle solution se combinent, une phase solide apparaît constituée uniquement par le composé formé A_pB_q. La réaction aboutit toujours à un équilibre. Les constituants non combinés restent dans le liquide et leurs concentrations vérifient la relation $p \log a + q \log b = P - (Q/T)$ (a, b concentrations des éléments AB à la température absolue T). Cette relation caractérise le phénomène de dissociation du composé solide en équilibre avec ses constituants libres dans le liquide. Elle permet de déterminer la formule des composés, leur chaleur de formation à partir des éléments dissous et de délimiter nettement leur domaine.

Nous avons caractérisé ainsi plusieurs dizaines de composés entre des éléments dissous dans du plomb (2). Les composés obtenus par A. S. Russel et ses collaborateurs entre éléments dissous dans le mercure (3), et les réactions indiquées pour l'affinage de l'étain, de l'aluminium, du cuivre, du nickel et du fer (1) suivent probablement la même loi.

Les résultats déjà obtenus donnent quelques aspects de cette chimie. Les *composés binaires* sont plus nombreux que ne l'indiquent les diagrammes

(1) *Met. und Erz.*, 1922, p. 13; 1938, p. 11-12.

(2) *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 1822; 228, 1949, p. 1128; 228, 1949, p. 1495.

(3) *Jour. Chem. Soc.*, 1932, p. 841-852; 1934, p. 1750.

actuels. L'aptitude des éléments à entrer en combinaison les classe d'une manière nouvelle : l'or réagit avant le cuivre sur le zinc. Les éléments voisins ont souvent des affinités très différentes. Ainsi on sépare facilement Bi-Sb par le sodium, As-Sb par le zinc. D'après les chaleurs de formation connues, il est probable que Zn-Cd sont séparés par le cuivre, Ni-Co par l'aluminium, La-Pr par le magnésium ou l'aluminium.

Cette dernière séparation doit être plus efficace que par tout autre procédé connu, et il est probable que des réactions semblables permettront facilement certaines séparations délicates, telles que celles des métaux alcalins, alcalino-terreux (Ba-Ra en particulier), des éléments des terres rares et de ceux de la mine du platine.

Pour régler ces séparations on peut agir sur les concentrations, la température et sur la nature du solvant dont dépendent en partie les constantes d'équilibre. Lorsque ces dernières sont suffisamment faibles, les réactions sont presque totales; ainsi s'explique la méthode indiquée par G. M. Bouton et G. S. Phipps pour doser le calcium allié au plomb ([4]), en déterminant la quantité d'antimoine à ajouter au métal fondu pour qu'un échantillon solidifié prenne un aspect caractéristique.

Les *composés ternaires ou quaternaires* sont très nombreux. Leur composition est souvent en relation simple avec celle des composés binaires des constituants :

$$3\,Bi_2Ca_2Mg = 2\,Bi_2Ca_3 + Bi_2Mg_3, \qquad 3\,Bi_2Mg_2Ca = 2\,Bi_2Mg_3 + Bi_2Ca_3$$
$$3\,ZnSbNa = Sb_2Zn_3 + SbNa_3, \qquad Bi_7Mg_6K_9 = 2\,Bi_2Mg_3 + 3\,BiK_3.$$

Ces relations n'impliquent pas la formation des composés ternaires par combinaison des composés binaires. L'expérience montre au contraire que tous les composés sont en équilibre avec leurs constituants libres dans le liquide. Nous pensons qu'il faut y voir l'indication de niveaux d'énergie dont les combinaisons arithmétiques correspondent aux différents composés.

En général les *constantes d'équilibre diminuent à mesure que les composés deviennent plus complexes*. Cette règle, très importante, explique plusieurs procédés d'affinage récents : Pour améliorer la séparation Bi-Pb on forme des composés ternaires (Mg-Ca) et même quaternaires (Mg-Ca-Sb); de même on réalise une séparation très poussée des éléments Sb-Pb en formant des composés ternaires (Zn-Na) et même quaternaires (Zn-Na-Mg ou Ca).

Par leur variété ces complexes permettent de faire des séparations que les composés binaires ne permettent pas. On peut ainsi désargenter les plombs antimoniés par le calcium qui forme des composés triples avec l'antimoine et l'argent.

Cette nouvelle orientation de la chimie des milieux métalliques fournit donc

([4]) *Elect. Chem. Soc.*, Preprint, 92, p. 13.

une base scientifique à tous les procédés d'affinage en milieu métallique et permet d'en étendre l'emploi.

Elle permet encore de résoudre de délicats problèmes de séparation des métaux et peut même fournir des méthodes d'analyse très rapides.

Elle apporte enfin une importante contribution à la connaissance des milieux métalliques, en caractérisant les composés d'une manière directe, parmi les plus sensibles des méthodes connues.

PHOTOCHIMIE. — *Explication du changement de cinétique dans l'oxydation du* C *à* 1450°C. Note de M. **Raoul-Henri Busso**, présentée par M. Paul Pascal.

MM. Audubert et Racz (1), confirmant les observations antérieures d'un certain nombre d'auteurs (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), trouvaient deux cinétiques d'oxydation du carbone : l'une à température inférieure à 1570°K, l'autre supérieure à 1770°K. Des expériences plus précises qui ont été faites récemment permettent de situer le maximum de vitesse d'oxydation à 1720°K. La figure suivante montre la courbe des valeurs expérimentales de la vitesse d'oxydation (perte de poids en grammes par minute par centimètre carré) en fonction de la température absolue.

Les mécanismes de réaction imaginés jusqu'ici pour rendre compte du brusque changement de la vitesse d'oxydation ne sont pas satisfaisants; le mécanisme que nous proposons ne fait appel à aucune hypothèse arbitraire.

Les phénomènes particuliers que présente le graphite dans l'adsorption de l'oxygène et dans la catalyse, traduisent l'existence de centres actifs situés, non pas sur les plans, mais sur les surfaces prismatiques hexagonales, c'est-à-dire sur les bordures perpendiculaires aux plans. On sait, d'autre part, que les distances entre plans augmentent, tandis que les distances interatomiques dans le plan diminuent quand la dimension du cristallite décroît.

Green et Topley ont montré qu'à 1170°K, la combustion du cristal de graphite commence sur les bords des plans et qu'elle se poursuit plan par plan (9). On peut, à partir de ces données de l'expérience, expliquer le changement de cinétique entre 1570 et 1770°K.

Aux températures inférieures à 1170°K, la vitesse de formation des centres

(1) *Comptes rendus*, 218, 1944, p. 752; 219, 1944, p. 254; 225, 1947, p. 144.

(2) Eucken, *Zeits. Angew. Chem.*, 43, 1930, p. 983.

(3) L. Meyer, *Zeits. Physk. Chem.*, B, 17, 1932, p. 385.

(4) Sivhonen, 1935, voir *Trans. Faraday Soc.*, 34, 1938, p. 1062.

(5) Lambert, *Trans. Faraday Soc.*, 32, 1936, p. 452.

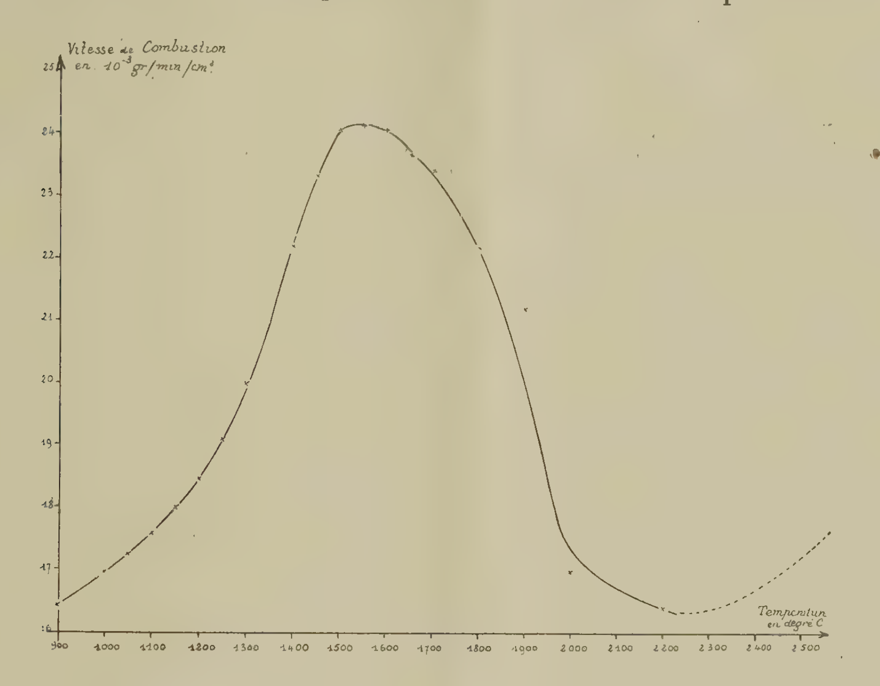
(6) Parker et Hottel, *Ind. Eng. Chem.*, 28, 1936, p. 1334.

(7) L. Meyer, *Trans. Faraday Soc.*, 34, 1938, p. 1056.

(8) Strickl et Constable, *Trans. Faraday Soc.*, 40, 1944, p. 333.

(9) Green et Topley, *Nature*, 129, 1932, p. 905.

actifs par combustion des bords de l'assemblage des cristallites (réaction qui s'accompagne d'un développement de la surface d'attaque), est lente. L'activation des surfaces prismatiques n'atteint son maximum que vers 1200°K.



Les centres actifs existants rendent compte des très fortes chaleurs d'adsorption de l'oxygène sur le carbone.

La réactivité des centres actifs croît avec la température, ce qui accélère la vitesse de combustion et par suite la vitesse de formation des atomes de C actifs : il y a auto-accélération du processus de combustion.

En catalyse on observe une baisse d'activité à partir de 1570° K, de même que pendant l'oxydation la vitesse de combustion décroît légèrement à partir de cette température. On sait qu'aux environs de 1570-1670° K commence la recristallisation du graphite. A partir de ces températures la vitesse de formation des centres actifs décroît et c'est pour cette raison que la vitesse d'oxydation passe par un maximum à 1720° K.

De 1720 à 2270° K le processus de destruction des centres actifs par remaniement des liaisons libres s'accélère, la vitesse de combustion décroît à 2270° K elle est sensiblement du même ordre de grandeur qn'à 1370° K.

Au-dessus de 2270° K il n'y a plus de centre actif ou bien leur vie moyenne est trop courte pour leur permettre de réagir, mais les atomes sont de plus en plus faiblement liés (la sublimation du carbone devient appréciable), la réactivité de certains atomes de bord croît à nouveau avec la température, la vitesse d'oxydation croît sans présenter de maximum vraisemblablement jusqu'à ce que le carbone s'oxyde en phase vapeur.

Au-dessous de 1720° K la réaction superficielle ne dépend que de la concentration en oxygène du gaz qui frappe la surface du complexe d'oxydation ou la surface du graphite nue, la réaction est du premier ordre.

Au-dessus de 1720° K, la vitesse de réaction ne dépend que de la concentration des centres activés par la température (vibrationnellement activés); la réaction est d'ordre zéro.

La description des centres actifs et leur classement par ordre de réactivité, permis par l'application des notions modernes de la chimie théorique, feront l'objet d'une prochaine publication.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Influence des gaz diluants sur les domaines d'inflammabilité de l'hydrogène.* Note de MM. **Jean Elston** et **Paul Laffitte**, présentée par M. Paul Pascal.

Les domaines d'inflammabilité des mélanges $H_2 - O_2$ et $H_2 - (21\,O_2 + 79X)$ (X pouvant être N_2, CO_2, A ou He) ont été étudiés aux pressions inférieures à la pression atmosphérique et en propagation ascendante dans des tubes de 96^cm^ de longueur, fermés aux deux extrémités et de diamètres variables [1]. L'inflammation était produite par une étincelle de haute fréquence jaillissant entre deux électrodes de tungstène.

Avec un tube de 25^mm^ de diamètre, le domaine d'inflammabilité des mélanges $H_2 - O_2$ est compris entre les deux limites 3,95 et 93,5 % H_2. En appliquant la théorie de Mole [2] et le schéma réactionnel

(1) $$H + O_2 \rightarrow OH + O,$$

(2) $$O + H_2 \rightarrow OH + H,$$

(3) $$OH + H_2 \rightarrow H_2O + H,$$

et utilisant le même raisonnement que Linnett [3], pour les concentrations comprises entre 15 et 88 % H_2, les résultats expérimentaux sont représentés, à moins de 3,5 % près par la relation :

$$\frac{2.027}{p_{H_2}} + \frac{5.400}{p_{O_2}} = p_{H_2} + 14,2\,p_{O_2}.$$

Ceci montre que la réaction (1) est la plus lente et contrôle la vitesse de ramification. Le facteur 14,2, quoique trop élevé, correspond au rapport des coefficients de diffusion des centres actifs à travers l'hydrogène et l'oxygène. L'influence du diamètre est trop importante pour que, dans des tubes plus étroits (16^mm^), on puisse mettre en évidence une relation analogue à la précé-

(1) Pour les petits diamètres voir : J. Elston et P. Laffitte, *Comptes rendus*, 225, 1947, p. 1313 et *Colloque International sur la Cinétique de l'inflammation*, Paris, 1948 (sous presse).

(2) *Proc. Phys. Soc.*, 48, 1936, p. 857.

(3) J. W. Linnett, E. J. Raynor et W. E. Frost, *Trans. Farad. Soc.*, 41, 1945, p. 487.

dente. Mais on constate que les pressions-limites correspondant au mélange stœchiométrique sont indépendantes du diamètre jusqu'à une certaine valeur de ce dernier comprise entre 12 et 8^{mm}, mais dépendent de la distance séparant les électrodes.

L'addition de gaz inertes au mélange $2H_2+O_2$ a donné des résultats analogues à ceux de Thompson ([4]) et de Linnett ([3]) et nous en avons conclu comme ce dernier, mais contrairement à Thompson, que lors de l'inflammation la rupture des chaînes se produit non sur les parois mais dans la masse gazeuse entourant l'étincelle. Les inertes empêchent alors la diffusion des centres actifs vers cette zone.

C'est ainsi qu'avec le mélange $2H_2+O_2$ les premières additions de molécules diluantes abaissent d'autant plus la pression *limite* que leur rayon moléculaire est plus grand. Cependant la pression *critique* du mélange $H_2 — O_2$ est d'autant plus faible que la distance des électrodes est plus grande et elle a lieu pour des concentrations en oxygène d'autant plus importantes que le diamètre est plus grand. L'influence des dimensions et de la forme du récipient n'intervient que quand le mélange $2H_2+O_2$ est suffisamment dilué avec l'oxygène ou un gaz inerte.

Les résultats précédents montrent que le mécanisme des réactions d'inflammation par étincelle est analogue à celui qui a été observé dans la *péninsule* entre les limites inférieure et supérieure *d'explosion*. Mais suivant les conditions expérimentales (intensité de l'étincelle, concentration en oxygène) on s'approche plus ou moins soit des caractères de la limite inférieure soit de ceux de la limite supérieure d'explosion.

Au-dessous de 13,5 % H_2 et jusqu'à la limite inférieure d'inflammabilité, avec les mélanges $H_2 — O_2$ et dans le cas des tubes de 16 et 25^{mm} de diamètre, il existe une relation linéaire donnant la pression limite en fonction du rapport : (pression partielle de O_2 ajouté/pression partielle du mélange stœchiométrique). La pente des droites est inversement proportionnelle au carré de la distance séparant les électrodes du fond du tube. Dans cette région la quantité relative de gaz diluant (oxygène ou gaz inerte) devient plus importante et cause un effet refroidissant : l'effet extinctif du diluant croît avec sa chaleur spécifique, sauf pour l'hélium avec lequel l'énergie se dissipe trop rapidement par suite de sa conductibilité thermique élevée. Avec un tube très étroit (8^{mm}) la rupture des chaînes à la paroi n'est pas mise en évidence et l'influence des diluants apparaît toujours comme étant d'ordre thermique. Les résultats obtenus dans ce cas où les parois sont très proches de la zone de l'étincelle suggèrent un mécanisme d'inflammation différent de celui du cas général.

En résumé il a été possible d'interpréter les allures relatives des domaines d'inflammabilité des mélanges $H_2 — O_2$ plus ou moins dilués par divers gaz.

([4]) *Trans. Farad. Soc.*, 28, 1932, p. 299.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode générale de synthèse des α-(nitro-4 phényl) β-aryl-éthylènes*. Note (*) de M. **Paul Cordier** et Mme **Paul Cagniant**, présentée par M. Marcel Delépine.

Dans une précédente Note ([1]) nous avons indiqué que l'ester éthylique de l'acide *p*-nitrophénylpyruvique F 106° se condensait avec les aldéhydes aromatiques, en milieu alcalin, pour donner les sels d'acides γ alcool α cétoniques, cyclisables en milieu acide en oxolactones seules isolables. En poursuivant cette étude nous avons été amenés à isoler une deuxième forme de cet ester F 120° dont la réaction avec les aldéhydes est tout à fait différente; dans les mêmes conditions opératoires précédemment décrites, nous avons obtenu, non pas les lactones attendues, mais des composés neutres que nous avons identifiés comme étant des dérivés α-(nitro-4 phényl) β-aryléthyléniques de formule générale : $_{(4)}NO_2 - C_6H_4 - CH = CH - Ar$. Les deux esters isolés (F 106° et F 120°) donnent avec le perchlorure de fer une intense coloration témoignant d'une énolisation; or Wislicenus n'a décrit qu'une forme F 106° à laquelle il a attribué une structure énolique ([2]). Il nous paraît judicieux d'envisager que les deux esters obtenus par nous sont deux isomères énoliques *cis* et *trans* répondant aux structures suivantes :

$$\begin{matrix}H \\ NO_2-C_6H_4\end{matrix}\!\!>C=C\!\!<\!\!\begin{matrix}OH \\ COOC_2H_5\end{matrix} \quad \text{et} \quad \begin{matrix}H \\ NO_2-C_6H_4\end{matrix}\!\!>C=C\!\!<\!\!\begin{matrix}COOC_2H_5 \\ OH\end{matrix}$$

La différence de comportement de ces isomères peut s'expliquer en admettant une labilité plus grande de l'un d'eux en milieu alcalin donnant naissance à du *p*-nitrotoluène qui se condenserait immédiatement avec l'aldéhyde en donnant un dérivé éthylénique. Cette explication fait admettre une formation de *p*-nitrotoluène, or nous avons vérifié que celui-ci, placé dans les mêmes conditions expérimentales avec les aldéhydes étudiés ne donne aucune réaction. Il se peut donc que les dérivés éthyléniques proviennent de la transformation des composés initialement formés entre l'ester F 120° et les aldéhydes; ces composés étant beaucoup moins stables que ceux obtenus avec l'ester-isomère F 106° se scindent en acide oxalique et dérivés nitrostilbéniques de structure $_{(4)}NO_2-C_6H_4-CH=CH-Ar$ (I)

(II) $Ar = C_6H_5-$ (IV) $Ar = OCH_3-C_6H_4-$

(III) Ar = [noyau furyle] (V) $Ar = C_{10}H_7\alpha-$

(*) Séance du 8 juin 1949.

([1]) *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1130-1132.

([2]) Wislicenus, *Ann.*, 436, 1924, p. 58.

Nous pouvons ainsi admettre que les dérivés (I) sont obtenus sous la forme *cis*, qui peut d'ailleurs se transformer en forme *trans* au cours de la réaction. Cette méthode présente un réel intérêt du fait du peu de réactivité du *p*-nitrotoluène vis-à-vis des aldéhydes aromatiques ([3]), ([4]), ([5]), ([6]) : les rendements indiqués sont de l'ordre de 3 % dans le cas des aldéhydes non substitués, de 9 % pour les *p*-dialcoylaminobenzaldéhydes. Les composés stilbéniques (II) et (IV) obtenus sont identiques à ceux déjà étudiés par Pfeiffer et Sergiewskaja ([7]), ([8]) par condensation de l'acide *p*-nitrophénylacétique avec les aldéhydes benzoïque et anisique sous l'action de la pipéridine et à une température de l'ordre de 150°. Les composés éthyléniques (III) et (V) ne sont pas signalés dans la bibliographie. Nous devons préciser d'autre part que l'ester *p*-nitrophénylpyruvique F 120° se condense, en milieu acétochlorhydrique bouillant, avec les aldéhydes benzoïque et anisique pour donner, avec de bons rendements, les lactones correspondantes déjà signalées. Nous avons vérifié que l'ester F 106° réagissait dans ces conditions. Le traitement de l'ester F 120° à froid par le mélange acétochlorhydrique, nous conduit à l'ester F 106°, ce qui explique la formation des lactones par ce même réactif à chaud. La forme 106° se transforme assez rapidement sous l'action du temps et de la lumière en forme 120°. La transformation inverse a lieu sous l'action de la chaleur.

Partie expérimentale. — A. *Préparation de l'ester* F 120°. — Le mode opératoire décrit dans la précédente Note ([1]) nous a conduits tantôt à la forme F 106°, tantôt à la forme F 120°. Ces esters ont les mêmes propriétés, toutefois la forme F 120° est moins soluble dans l'alcool que l'autre forme.

B. *Condensation avec les aldéhydes aromatiques.* — Nous avons suivi la même technique ([1]). Les dérivés α-(nitro-4 phényl) β-aryléthyléniques sont obtenus avec un rendement de 50 à 60 %.

Description des corps obtenus : (II). — Nitro-4 stilbène $C_{14}H_{11}O_2N$, F 157° (alcool). [Pfeiffer ([7]) indique F 155° pour la forme fondant haut et F 65° pour la forme fondant bas.] Fines aiguilles jaune clair, peu solubles dans l'alcool. *Analyse :* trouvé C % 74,68; H % 4,82; N % 6,02; calculé pour $C_{14}H_{11}O_2N$, C % 74,66; H % 4,88, N % 6,26. (IV). — Nitro-4 méthoxy-4′ stilbène $C_{15}H_{13}O_3N$, F 134° (alcool). [Pfeiffer ([8]) indique F 134° pour la forme fondant haut et 132° pour la forme fondant bas.] Cristaux jaune d'or. *Analyse :* trouvé C %, 70,71; H %, 5,10; N %, 5,52. Calculé pour $C_{15}H_{13}O_3N$, C %, 70,59; H %, 5,09; N %, 5,49. (III). — α-(nitro-4 phényl) β-furfuryléthylène $C_{12}H_9O_3N$, F 131° (alcool). Cristaux jaune orangé, très solubles dans l'alcool et le benzène. *Analyse :* trouvé C %, 67,16; H %, 4,21; N %, 6,54; calculé pour $C_{12}H_9O_3N$, C %, 66,98; H %, 4,18; N %, 6,51.

([3]) Skraup et Böhm, B., **59**, 1926, p. 1013.
([4]) Ullmann et Gschwind, B., **41**, 1908, p. 2292.
([5]) Chardonnens et Heinrich, *Hel. Chim. Acta*, **22**, 1939, p. 1471-82.
([6]) Dippy et Coll., *J. Chem. Soc. Ind.*, **56**, 1937, p. 396.
([7]) Pfeiffer et Sergiewskaja, B., **44**, 1911, p. 1107.
([8]) Pfeiffer, B,. **48**, 1915, p. 1793.

(V). — α-(nitro-4 phényl) β-(naphtyl-1′) éthylène $C_{18}H_{13}O_2N$, F 185° (alcool). Cristaux jaune verdâtre, très peu solubles dans l'alcool. *Analyse :* trouvé C %, 78,05; H %, 4,70; N %, 5,22; calculé pour $C_{18}H_{13}O_2N$, C %, 78,54; H %, 4,73; N %, 5,10.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la semicarbazide sur l'acide benzoylacrylique.* Note de MM. **Joseph Bougault** et **Pierre Chabrier**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'acide benzoylacrylique $C_6H_5.CO.CH{=}CH.CO_2H$, réagissant sur la semicarbazide donne naissance à deux composés différents suivant la réaction du milieu. En liqueur acide minéral (H_2SO_4 ou HCl), il se forme la semicarbazone (I) par réaction sur la fonction cétonique; en milieu alcalin, neutre ou acide organique, (CH_3COOH) c'est la double liaison qui entre en jeu, et il se forme une semicarbazide substituée en position (¹) (II)

$$\begin{array}{l} C_6H_5.C.CH{=}CH.CO_2H \\ \quad\;\; \| \\ \quad\;\; N.NH.CO.NH_2 \end{array} \qquad \begin{array}{l} C_6H_5.CO.\,CH.\,CH_2.CO_2H \\ \qquad\qquad\; | \\ \qquad\qquad\; NH.\,NH.\,CO.\,NH_2 \\ \qquad\qquad\; \textcircled{1}\;\;\textcircled{2}\;\;\textcircled{3}\;\;\textcircled{4} \end{array}$$

(I). (II).

I. L'acide semicarbazone (I) fond à 260° (inst.); il est peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'eau et dans l'éther. Il ne réduit pas le réactif de Nessler.

Hydrogéné à froid par l'amalgame de sodium à 3 %, il donne un acide semicarbazide saturé (III), fondant à 150°, réduisant le réactif de Nessler, et qui, chauffé à 100° avec de l'acide sulfurique normal, se cyclise en donnant le composé (IV) décrit par nous antérieurement (¹),

$$\begin{array}{l} C_6H_5.CH.CH_2.CH_2.CO_2H \\ \qquad\;\; | \\ \qquad\;\; NH.NH.CO.NH_2 \end{array} \qquad \begin{array}{l} C_6H_5.CH.CH_2.CH_2.CO \\ \qquad\;\; | \qquad\qquad\qquad\;\; | \\ \qquad\;\; NH.NH.CO.NH \end{array}$$

(III) (IV)

II. La semicarbazide réagissant en milieu alcalin, neutre ou acide acétique donne l'acide semicarbazide (II) fondant à 215° et qui se différencie, en outre, de l'acide semicarbazone par son action sur le réactif de Nessler qu'il réduit.

Ce composé est insoluble dans l'eau, l'éther, très peu soluble dans l'alcool; chauffé avec l'acide chlorhydrique dilué au 1/20, il se dissout puis se décompose en dégageant du gaz carbonique. Le produit de cette décomposition est l'acide hydrazinique (V), chez lequel la position du groupement hydrazinique est ainsi fixée.

$$\begin{array}{l} C_6H_5.CO.CH.CH_2.CO_2H, \\ \qquad\qquad\;\; | \\ \qquad\qquad\;\; NH.NH_2 \end{array}$$

(V)

(¹) J. Bougault, E. Cattelain et P. Chabrier, *Comptes rendus*, 225, 1947, p. 876.

Ce corps fond à 212° (inst.); il est insoluble dans l'eau et dans l'éther, peu soluble dans l'alcool, soluble dans les acides forts dilués (HCl, H_2SO_4). Il réduit le réactif de Nessler.

Ce composé est identique au produit de la réaction de l'hydrazine sur l'acide benzoylacrylique, faite en milieu alcalin, neutre ou acétique.

Ces conclusions infirment celles de Gabriel et Colman (²) d'une part, Auwers (³) d'autre part, qui avaient admis que la fixation de l'hydrazine se faisait sur la fonction cétonique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mésodiméthylanthracènes substitués II.* Note de M. **Paulus de Bruyn**, présentée par M. Marcel Delépine.

Pour introduire le groupement amino dans les mésodiméthylanthracènes je me suis servi de la transposition de Beckmann des oximes des dérivés acétylés, qui, dans la série du phénanthrène, s'est révélée être la meilleure méthode pour la préparation des aminophénanthrènes (¹). Les dérivés acétylés se préparent par l'acétylation directe des mésodiméthylanthracènes substitués à l'aide du chlorure stannique. J'ai obtenu ainsi :

diméthyl-9.10 *chloro*-1 *acétyl*-4 *anthracène* $C_{18}H_{15}OCl$: F 119° (²) alcool;
oxime $C_{18}H_{16}ONCl$: F vers 187° (alcool);
diméthyl-9.10 *chloro*-2 *acétyl*-3 *anthracène* $C_{18}H_{15}OCl$: F 157° (alcool);
oxime $C_{18}H_{16}ONCl$: F 224° (alcool);
triméthyl-2.9.10 *acétyl*-3 *anthracène* $C_{19}H_{18}O$: F 175° (alcool);
oxime $C_{19}H_{19}ON$: F 243° (benzène);
diméthyl-9.10 *méthoxy*-2 *acétyl*-3 *anthracène* $C_{19}H_{18}O_2$: F 175° et 197° (alcool);
oxime $C_{19}H_{19}O_2N$: F 219° (benzène).

Les positions des acétyles n'ont pas été fixées.

La transposition de Beckmann de l'oxime du diméthyl-9.10 acétyl-2 anthracène par l'acide sulfurique concentré suivie d'hydrolyse donne l'amine correspondante.

La réaction de Skraup sur ce diméthyl-9.10 amino-2 anthracène ne réussit que par un entraînement (terme emprunté à la réaction de Grignard) à l'aide de l'acide ortho ou paraaminobenzoïque. On obtient ainsi avec un rendement de 8-12 % le *diméthyl*-9.10 *aza*-4′ *benz*-1.2 *anthracène* $C_{19}H_{15}N$ isolé sous forme de *picrate* $C_{19}H_{15}NC_6H_3O_7N_3$F vers 240° (dioxane). L'extrait benzénique du picrate décomposé par l'ammoniaque cristallisé par évaporation du

(²) *Ber. d. chem. Gesell.*, 32, 1899, p. 398.
(³) *Liebig's Annalen*, 470, 1929, p. 302.

(¹) Bachmann et Boatner, *J. Am. Ch. Soc.* 58, 1936, p. 2097.
(²) Tous les points de fusion ont été pris au bloc Maquenne (fusion instantanée).

solvant. Il fond alors à 128-129°. J'ai eu trop peu de quinoléine pour la recristalliser.

Cette quinoléine donne, comme d'autres quinoléines, des produits d'addition avec les bisulfites. Il s'agit là d'une propriété curieuse découverte par Brunck et Graebe ([3]) en 1882, complètement oubliée depuis, qui établit une analogie entre aldéhydes et cétones d'une part et quinoléines d'autre part. J'ai trouvé que la diméthyl-para-toluidine et la diméthyl-ortho-toluidine donnent également des produits cristallisés avec le bisulfite d'ammonium; par contre la diméthylaniline n'en donne pas. Quelques essais provisoires pour appliquer la curieuse réaction de Göszman ([4]) (décomposition thermique en amines des bisulfitiques ammoniacaux d'aldéhydes et de cétones) à la série des quinoléines sont restés négatifs jusqu'ici.

La haute réactivité que manifeste le diméthyl-9.10 anthracène dans l'acétylation, surtout en vue du fait qu'il s'agit d'une position qui correspond à la position β du naphtalène, n'est pas caractéristique pour ce corps. D'autres hydrocarbures tels que le fluorène, l'acénaphtène, l'anthracène et le phénanthrène réagissent également avec l'anhydride acétique en présence du chlorure stannique. Tous donnent des précipités cristallisés. Le fluorène qui donne l'acétyl-2 fluorène ressemble le plus au diméthylanthracène par la couleur rouge orangé du précipité qui s'apparente à la belle couleur rouge cerise que donne le diméthylanthracène. L'acénaphtène donne un corps incolore, F vers 126° (éther-éther de pétrole).

Le travail est poursuivi sur tous les points. Les détails seront publiés ultérieurement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation photochimique de la chloropicrine en phosgène et la caractérisation de ces deux corps.* Note de MM. **Henri Moureu**, **Paul Chovin** et **Louis Truffert**, présentée par M. Charles Dufraisse.

Ayant eu récemment à connaître d'un triple cas d'intoxication accidentelle par la chloropicrine, au cours de laquelle les complications pulmonaires présentées par les malades ne se laissaient que difficilement expliquer par la présence de ce seul toxique, il a été procédé à une étude expérimentale détaillée des circonstances qui avaient précédé l'accident. Celle-ci ayant révélé la possibilité d'une transformation de la chloropicrine, nous avons pu mettre en évidence une *décomposition photochimique* de ce corps avec mise en liberté de phosgène dont la formation est responsable des accidents observés. Le phénomène est d'importance puisque, en irradiant à la lumière solaire pendant

([3]) *Ber.*, 15, 1882, p. 1783.

([4]) *Ann.*, 91, 1854, p. 122; *Limpricht Ann.*, 93, 1855, p. 240.

un jour et demi un flacon de 2^{l} en verre pyrex renfermant, en présence d'air, 500^{mg} de chloropicrine, on a recueilli 154^{mg} de diphénylurée symétrique correspondant à 72^{mg} de phosgène. L'apparition simultanée de vapeurs nitreuses indiquait une décomposition complexe.

La décomposition photochimique de la chloropicrine en phosgène et chlorure de nitrosyle selon l'équation de réaction

$$\text{(I)} \qquad CCl_3NO_2 \rightarrow COCl_2 + NOCl$$

semblable, du point de vue purement formel, à sa décomposition thermique, a déjà été étudiée par plusieurs auteurs, en phase aqueuse ([1]), en phase alcoolique ou acétonique ([2]), ou même en phase gazeuse ([3]), ([4]). Dans ce dernier cas, le seul qui nous intéresse ici, Radulescu et Zamfirescu signalent que la décomposition est stoppée par l'apparition du chlorure de nitrosyle dont les molécules, formant écran, absorbent la lumière et protègent les molécules de chloropicrine restantes. En ce qui nous concerne, l'apparition des vapeurs nitreuses prouve au contraire que la réaction a été poursuivie jusqu'à décomposition du chlorure de nitrosyle en chlore et bioxyde d'azote, lequel, en réagissant sur l'oxygène de l'air présent dans le flacon, s'est transformé en peroxyde. Au total, on doit pouvoir schématiser la décomposition selon l'équation (I), à laquelle il convient d'adjoindre les deux réactions ultérieures (II) et (III), dont la seconde seule (III) est susceptible de prendre une extension notable

$$\text{(II)} \qquad COCl_2 \rightarrow CO + Cl_2,$$
$$\text{(III)} \qquad 2NOCl \rightarrow 2NO + Cl_2.$$

Si la décomposition a lieu en présence d'air, il faut ajouter la réaction (IV),

$$\text{(IV)} \qquad 2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2.$$

L'étude de la transformation a été grandement facilitée par la mise au point que nous avons faite de divers réactifs sensibles et spécifiques des deux toxiques, chloropicrine et phosgène, alors que pour ceux qui avaient déjà été proposés, la sensibilité ou la spécificité laissait à désirer ([5]).

([1]) E. V. Alekzeevskii, *J. Gen. Chem.* (U. R. S. S.), **2**, 1932, p. 341.

([2]) A. Piutti, *Gazz. Chim. Ital.*, **51**, 1921, p. 145; *Atti Congr. Naz. Chim. pura applicata*, 1923, p. 437.

([3]) A. Piutti et F. P. Mazza, *Gazz. Chim. Ital.*, **57**, 1927, p. 610.

([4]) Dan Radulescu et G. Zamfirescu, *Bull. Soc. Chim. Romania*, **17**, 1935, p. 87.

([5]) Kling et Schmutz, *Comptes rendus*, **168**, 1919, p. 773; Suchier, *Z. Anal. Chem.*, **79**, 1929, p. 183; Stüdinger, *Chem. and Ind.*, **56**, 1937, p. 227; Cox, *Analyst*, **64**, 1939, p. 807; Anger et Wang, *Mikrochimica Acta*, **8**, 1938, p. 24; Isacescu, *Bull. Ac. Méd. Roumanie*, **19**, 1946, p. 636; Tung-Lieh Pu et Chien-Tao-Lo, *J. of Chinese Chem. Soc.*, **8**, 1941, p. 140; Hennig, *Gasschutz u. Luftschutz*, **7**, 1937, p. 18.

De nombreux autres gaz halogénés ont été essayés avec nos réactifs sans qu'aucun d'entre eux ait donné les colorations caractéristiques développées par le phosgène et la chloropicrine. Seul, le chlore, à concentration quatre fois supérieure à celle de la chloropicrine, peut interférer avec cette dernière.

Réactif du phosgène. — Un excellent réactif du phosgène a été obtenu en mélangeant des volumes égaux d'une solution saturée de *p*-diméthylamino-benzaldéhyde (très pur) dans l'éthanol à 95° et d'un mélange de deux parties (en volume) d'une amine avec huit parties d'éthanol à 95°.

Un procédé commode d'utilisation consiste à imprégner du réactif une bande de papier que l'on essore et que l'on sèche très légèrement afin d'éliminer la plus grande partie de l'alcool.

Parmi toutes les amines essayées, c'est la *diméthylaniline* qui a donné les meilleurs résultats.

Le phosgène donne *une coloration bleue intense* qni permet de déceler, par simple exposition dans une atmosphère, 10^{mg} de ce gaz toxique par mètre cube d'air (la sensibilité pourrait être augmentée en faisant passer l'air à travers le papier réactif). La chloropicrine et le chlore n'interfèrent pas.

Réactif de la chloropicrine. — On a utilisé un mélange à parties égales de pyridine et de méthanol, saturé de cyanure de sodium et contenant 1 °/$_{00}$ d'un phénol. Parmi les nombreux phénols essayés, le *phloroglucinol*, et, en second lieu, le *m-diéthylaminophénol* ont été retenus. Des papiers imprégnés de ces réactifs virent respectivement au *rouge violacé* et au *bleu vert ou bleu franc* et permettent, par simple exposition dans une atmosphère, de déceler 50^{mg} de chloropicrine par mètre cube d'air. Le phosgène ne gêne pas et, si le chlore donne des colorations semblables à celles qui sont fournies par la chloropicrine, ces colorations sont instables et disparaissent en quelques minutes au plus.

En résumé, la chloropicrine est un composé sensible à l'action de la lumière. Parmi les corps qui prennent naissance, il faut noter le phosgène, ce qui nous permet d'expliquer la forme grave que peuvent prendre certaines intoxications imputées à la chloropicrine. Chloropicrine et phosgène présents simultanément dans une atmosphère y sont aisément décelés par l'emploi de réactifs sensibles et spécifiques, grâce auxquels on ne peut les confondre avec aucun autre gaz toxique courant.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge du granite d'Imorshane, dans la vallée du Tifnout (versant Sud du Haut-Atlas marocain).* Note (*) de M. **Henri Vincienne**, présentée par M. Emmanuel de Margerie.

De sa naissance, à l'Est du Toubkal, aux abords de Taïssa, l'Asif Tifnout, haut affluent du Sous, entame le massif granitique qui prolonge, vers le Sud,

(*) Séance du 13 juin 1949.

le massif de l'Ouzellarh et de l'Ourika. Neltner et Moret ont montré qu'il y avait dans cet ensemble au moins deux montées granitiques : l'une antécambrienne (archéenne ou au plus algonkienne), l'autre post-géorgienne et vraisemblablement hercynienne. Toutefois, il semble qu'ils en aient considéré la plus grande partie, notamment le granite de la vallée du Tifnout, comme antécambrienne et même anté-Précambrien III (au sens de G. Choubert). La présente Note apporte une contribution au problème de l'âge des granites de la vallée du Tifnout, tout en se gardant de généraliser les résultats acquis par l'étude d'un point particulier de la vallée.

A la hauteur d'Imorshane (Imtekhsane des cartes au 200 000e et au 100 000e), sur la rive droite du Tifnout, le granite a été l'objet de recherches de molybdénite, que nous avons examinées en 1948, en compagnie de MM. Maget, Arbault, Bouladon, Saunal, Carpentier et Vincent, qui m'ont aidé à l'exploration du terrain. En ce point, le granite est recouvert par une épaisse masse d'andésite du Précambrien III (*cf.* carte de J. Dresch au 200 000e), qui forme la partie supérieure du versant droit de la vallée ([1]). L'étude de la zone de contact de l'andésite et du granite m'a amené à considérer le granite comme postérieur aux andésites.

Le granite d'Imorshane est un granite rose, de grain moyen, à biotite chloritisée et hornblende, riche en plagioclases : l'étude microscopique ne m'a montré, parmi ceux-ci, que de l'albite, paraissant secondaire, et ne m'a pas permis d'avoir une idée précise sur la nature originelle de la roche.

Sur la rive droite de l'oued, le granite présente manifestement les caractères périphériques d'un massif intrusif, qui excluent toute possibilité de mise en place des andésites sur une surface granitique d'érosion. Il prend un faciès de bordure, *granulitique*, rose, à éléments relativement gros, sans amphibole, sans muscovite, mais à chlorite ou biotite (parfois verte) peu abondantes, très riche en éléments blancs (orthose dominante), albite, quartz à tendance idiomorphe et pegmatitique. D'autre part, cette *granulite* forme un grand feuillet qui s'injecte dans la masse des andésites, de sorte que celles-ci reparaissent sous la granulite à l'amont d'Imorshane.

Dans le détail, la granulite se différencie localement en pegmatites (Arlat n'Isguerden) et en aplites, qui pénètrent en filonnets dans l'andésite. Celle-ci a été modifiée par le métamorphisme granitique. Au voisinage du contact, elle est souvent et profondément épidotisée et imprégnée de quartz dans toute sa masse ou par veinules; la zoïsite s'y est plus ou moins développée; la biotite verte s'y associe parfois à l'épidote, au quartz et aux minerais, pour former

---

([1]) Enfin, des gour crétacées reposent sur la surface arasée du granite et de l'andésite, conservées dans une sorte de graben, comme il résulte de la carte de Dresch et de l'examen du bord Ouest de la gara W. d'Imorshane : ce bord se redresse brutalement contre le granite, qui le domine vers l'Ouest.

des remplissages de veinules ou de cadavres de phénocristaux; le sphène et l'ilménite n'y sont pas rares; enfin l'amphibole y a été généralement recristallisée en petits cristaux allongés, parfois en agrégats dans des cadavres de feldspaths ou sur le bord des veinules de quartz; plus rarement, elle forme de grandes plages pœcilitiques. On passe progressivement du faciès andésitique à des roches claires qu'on pourrait prendre pour des cornéennes et qui sont sous le microscope des aplites fines, porphyroïdes ou non, à quartz souvent pegmatitique, feldspaths altérés, zoïsite et séricites abondantes, muscovite, parfois biotite verte très fraîche, épidote, ilménite, rutile, sphène, apatite et albite : ces roches, en lentilles importantes dans l'andésite, très hétérogènes, laissent deviner, dans la disposition de certains îlots sériciteux, des formes rappelant les phénocristaux feldspathiques des andésites voisines. Elles paraissent résulter d'un métamorphisme de contact intense sur la série andésitique, en rapport avec les injections aplitiques.

Quant à la molybdénite, sa répartition près du contact granulite-andésite, soit en mouches dans des veinules chloriteuses ou quartzo-chloriteuses N 20° E, soit en inclusions au voisinage de celles-ci, dans la granulite et les faciès de passage à l'andésite, indique la périphérie de l'intrusion granitique, qui s'est mise en place par digestion des andésites : l'abondance de l'amphibole, de la chlorite et des plagioclases dans le granite d'Imorshane semble en rapport avec l'endomorphisme de celui-ci.

Ces considérations géologiques, pétrographiques et métallogéniques permettent de conclure que le granite d'Imorshane est postérieur aux andésites du Précambrien III et par conséquent d'âge paléozoïque. Il semble qu'il doive être rapporté, comme les granites d'Azegour et du Tichka, au Carbonifère et à l'orogénèse hercynienne : cette hypothèse aurait l'avantage de relier génétiquement ces granites, tous trois minéralisés par la molybdénite.

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les propriétés magnétiques des roches éruptives pyrénéennes.* Note de M. **Émile Thellier** et Mme **Odette Thellier**, présentée par M. Charles Maurain.

Les roches éruptives du Midi pyrénéen français ont été l'objet d'une étude approfondie de A. Lacroix qui a condensé ses observations en trois Notes relatives respectivement : aux ophites ([1]), aux péridotites ([2]) et aux roches filoniennes du crétacé ([3]). Les échantillons de roches, dont la description détaillée est donnée dans ces Notes, constituent de véritables étalons pétrogra-

([1]) *Comptes rendus*, 165, 1917, p. 293-298.
([2]) *Comptes rendus*, 165, 1917, p. 381-387.
([3]) *Comptes rendus*, 170, 1920, p. 685-690.

phiques ; il nous a paru intéressant d'en compléter l'étude en déterminant leur aimantation permanente et leur susceptibilité magnétique.

Ces mesures présentent d'ailleurs un intérêt pratique immédiat. Le trias salifère (keuper), qui joue un rôle important dans la Géologie théorique et appliquée du Midi pyrénéen, contient très généralement des masses dispersées de roche volcanique (ophite) qui provoquent de fortes anomalies du champ magnétique terrestre permettant de déceler facilement ce trias ; par exemple, nous avons appelé l'attention sur la possibilité de découvrir et de délimiter, par une prospection magnétique rapide, les montées diapiriques de l'avant-pays pyrénéen [4]. Pour conduire une telle prospection il est important d'avoir des données sur les propriétés magnétiques des roches de la région, spécialement des roches éruptives, les autres étant pratiquement amagnétiques.

Ophites [1].

N° Notes.	N° Muséum.	$\sigma.10^4$.	$\chi.10^6$.	N° Notes.	N° Muséum.	$\sigma.10^4$.	$\chi.10^6$.
1	D 1	1	1030	8	D 166	9	815
2	D 184	4,5	55	9	G 168	2	4170
3	D 154	24,5	670	10	D 173	–	980
4	D 160	–	610	11	D 172	–	19
5	G 147	10	1090	12	H 192	2	95
7	H 72	16	155				

Péridotites [2].

N° Notes.	N° Muséum.	$\sigma.10^4$.	$\chi.10^6$.	N° Notes.	N° Muséum.	$\sigma.10^4$.	$\chi.10^6$.
1	H 102	–	27	12	H 46	–	35
2	H 114	–	29	13	H 41	–	12
3	H 104	–	17	14	H 53	–	50
4	H 132	3	92	15	H 57	2	310
5	H 88	–	33	15 bis	H 49	–	30
6	H 89	5	390	16	H 58	0,5	25
7	H 90	2,5	110	17	Θ 64	–	30
8	H 63	–	10	18	Θ 63	–	30
9	H 64	–	9	19	Θ 66	–	45
10	H 43	–	17	20	Θ 202	14	4450
11	H 39	–	13	20 bis	Θ 203	7	2100

Roches filoniennes du Crétacé [3].

N° Notes.	N° Muséum.	$\sigma.10^4$.	$\chi.10^6$.	N° Notes.	N° Muséum.	$\sigma.10^4$.	$\chi.10^6$.
1	Σ 54	–	50	6	Θ 86	–	14
2	M 35	–	330	7	Θ 88	–	20
3	S 14	–	8	8	Θ 84	3,5	125
4	Σ 206	–	6	9	G 356	–	30
5	S 132	–	32	10	H 69	5	980

(4) E. SCHNEIDER, É. THELLIER et Mme Odette THELLIER, *Ann. de Géophysique*, 4, 1948, p. 15-46.

Dans le tableau précédent, chaque échantillon est désigné par le numéro d'ordre qu'il porte dans la Note correspondante de A. Lacroix. Nous l'avons fait suivre du numéro de classement qu'il porte actuellement dans la collection générale du Laboratoire de Minéralogie du Muséum. La valeur σ est la mesure, en u.e.m.c.g.s., de l'aimantation spécifique permanente ([5]) et χ celle du coefficient d'aimantation ou susceptibilité massique ([6]).

Ce tableau montre que, hormis les avézacites (Θ 202 et 203) et la picrite (H 69) un peu exceptionnelles minéralogiquement d'après A. Lacroix, les péridotites et les roches filoniennes du crétacé sont généralement peu magnétiques comparativement aux ophites. Celles-ci sont finalement la cause de la plupart des anomalies magnétiques importantes du Midi pyrénéen, par leurs susceptibilités élevées et aussi par leurs aimantations permanentes, souvent supérieures à $0{,}45\,\chi$ (aimantation induite dans le champ terrestre d'intensité 0,45 Œrsted environ).

Nous avons comparé la susceptibilité magnétique de chaque roche aux détails de sa composition exprimée par sa formule minéralogique; aucune relation nette n'est apparue, probablement pour les raisons suivantes. D'une part les minéraux ferromagnétiques des roches volcaniques, dont dépendent les propriétés magnétiques, ne sont souvent que des minéraux accessoires sans rôle direct dans la définition minéralogique des roches; d'autre part comme nous l'avons souligné ailleurs ([4]), ces minéraux semblent être vite touchés par l'altération générale qui atteint si fréquemment les roches volcaniques pyrénéennes; les différences magnétiques observées entre roches d'une même famille proviennent davantage de tels changements que de différences magmatiques essentielles. C'est d'ailleurs peut-être à ce mécanisme qu'il faut attribuer la faiblesse relative des susceptibilités des péridotites et des roches filoniennes du crétacé.

PHYSIQUE ATMOSPHÉRIQUE. — *Bruits électromagnétiques des nuages orageux.* Note de MM. **Yves Rocard** et **Jean-Louis Steinberg**, présentée par M. Jean Cabannes.

Il a été établi par A. V. Haeff que lorsque des faisceaux d'électrons se propageaient mélangés dans la même direction, mais avec des vitesses différentes, il pouvait en résulter un état de la charge d'espace susceptible d'amplifier une perturbation électrique initiale à une certaine fréquence, et A. V. Haeff ([1]) a

---

([5]) Cette aimantation permanente ne dépend pas seulement de la composition actuelle de la roche, comme la susceptibilité, mais aussi des champs magnétiques (valeur et conditions d'action) qu'elle a subis.

([6]) En multipliant ces quantités par la densité de la roche on obtiendrait respectivement l'intensité d'aimantation permanente et la susceptibilité magnétique proprement dite.

([1]) *Proceedings Inst. of Radio Engineers*, 37, 1949, pp. 4 à 10.

même construit des tubes amplificateurs de ce type pour la gamme des ultra-fréquences. Il nous a semblé que cette conception rendait compte au moins qualitativement de certains phénomènes observés au laboratoire de Physique de l'École Normale Supérieure, concernant d'une part des amplifications inattendues de signaux de radiodiffusion et d'autre part des bruits radioélectriques rayonnés en ultra-fréquences par les nuages orageux. Comme A. V. Haeff lui-même vient de publier une tentative de théorie des bruits électromagnétiques solaires ([2]) qui semble pouvoir être poussée jusqu'à des concordances numériques, nous croyons devoir attirer l'attention sur nos propres résultats.

1. Dans un tube à décharge gazeuse sous faible pression, on entretient une décharge. Le tube est muni d'une très petite antenne alimentant un récepteur sur ondes très courtes (100 Mc, etc.); l'action d'un certain champ magnétique est alors susceptible de produire un gros accroissement de bruit, dans des conditions déjà précisées par l'un de nous ([3]). Mais on observe aussi, pour des réglages du même ordre, que la modulation de certains postes de radiodiffusion sur ondes moyennes est susceptible de passer dans le récepteur, après transfert sur la moyenne fréquence du récepteur superhétérodyne employé. Si l'on éteint la décharge initiale, toute réception de ce genre cesse. Ces observations prouvent l'existence d'amplification dans les plasmas, selon un mécanisme qui serait celui décrit par Haeff mais compliqué de l'action du champ magnétique.

2. Si l'on considère un éclair entre deux nuages orageux, on a affaire à des particules chargées accélérées qui traversent des plasmas, lesquels s'établissent par ionisation quelques secondes avant l'éclair, et outre les éclairs reconnus, il y a de multiples décharges partielles. On connaît l'ordre de grandeur de la puissance instantanée dans les éclairs, et l'ordre de grandeur de l'ionisation qui règne dans les nuages orageux. Les fréquences propres de plasma à considérer peuvent atteindre 700 Mc par exemple, et les fréquences qui donnent lieu à amplification par le mécanisme de Haeff peuvent être encore plus élevées.

Or nous disposons au laboratoire d'une installation capable d'enregistrer les bruits solaires sur une fréquence de 1200 Mc. L'ayant tournée vers des nuages orageux le 21 avril 1949 vers $16^h 30^m$, des éclairs étant visibles au loin, nous avons observé une réception correspondant à une puissance de l'ordre de 6.10^{-22} W par cycle et par mètre carré de surface de captation du récepteur, réception consistant ce jour-là en nombreux *paquets* d'ondes de bruit, durant chacun, entre quelques secondes et une demi-minute. Un autre jour, le 23 avril 1949 vers 17^h, un orage de structure apparemment différente donnait des paquets plus détachés les uns des autres, durant plus longtemps mais pas

([2]) *Physical Review*, 75, 1949, p. 1546.

([3]) J. L. Steinberg, *Revue Scientifique*, juin 1947, p. 601 à 606, 85e année.

au delà d'une minute, avec une puissance moyenne un peu plus faible de l'ordre de 4.10^{-22} W/cycle/m². Dans les mêmes conditions, ces deux jours-là, le Soleil rayonnait dans la même gamme une puissance très régulière de 25.10^{-22} W/cycle/m². Les orages en question étaient à une distance d'environ 30^{km} semble-t-il.

Nous espérons disposer là d'une méthode particulièrement efficace de l'étude de l'ionisation préalable qui s'établit dans les cumulus juste avant les éclairs. Il va de soi que les violents courants de décharge par éclairs produisent aussi des effets bien plus considérables sur ondes plus longues, mais par un mécanisme plus classique. Il n'est pas impossible par contre qu'un milieu artificiellement ionisé par le passage d'un météore, ou par les gaz très chauds issus d'une fusée ou d'une explosion puissante puisse fournir des effets analogues à ceux que nous discutons ici.

PHYSIQUE ATMOSPHÉRIQUE. — *L'effet de longitude de la couche ionosphérique* F2 *et la prévision ionosphérique*. Note de MM. **Franz Oboril** et **Karl Rawer**, présentée par M. Jean Cabannes.

L'effet de longitude de la couche ionosphérique F 2, qui a été observé pour la première fois par Ranzi ([1]), joue un rôle essentiel pour la prévision des fréquences critiques en ondes courtes. Burkard ([2]) a indiqué déjà en 1942 que de tels effets peuvent être introduits par la différence entre l'axe géomagnétique de la terre et son axe de rotation. C'est Appleton ([3]) qui a formulé la conclusion que l'ionisation de la couche F 2 est soumise à un *contrôle magnétique* et qui en a donné des preuves. En accord avec ces idées, la Conférence internationale de radio-propagation ([4]), tenue à Washington en 1944, a divisé le monde en quatre zones, qui sont séparées par deux grands cercles passant par les pôles magnétiques idéalisés et qui coupent l'équateur sous les longitudes 10° W (170° E) et 50° E (130° W). Dans la région américaine de cette division appelée zone W, l'équateur magnétique est au sud de l'équateur géographique; il est au nord dans la zone opposée couvrant l'Asie, et dénommée zone E. Les deux zones intermédiaires, qui se trouvent en Europe-Afrique et dans le Pacifique, sont considérées comme équivalentes sous le même nom de zone I. On prépare une seule carte d'ionisation pour la zone I, qui est basée sur les résultats des stations d'une part en Europe et Afrique, d'autre part dans le Pacifique.

En réalité, la distribution des stations mondiales étant peu homogène, il y a actuellement une seule station ionosphérique en Afrique à la latitude de 26° S. Aucune mesure n'étant faite entre cette station et 47° N, les cartes d'ionisation,

---

([1]) *Ric. Scient.*, 10, 1939, p. 926.

([2]) *Hochfrequenztechn. u. El. Ak.*, 60, 1942, p. 87-96.

([3]) *Nature*, 157, 1946, p. 691.

([4]) *Interservice Radio Propagation Laboratory*, rapport IRPL. C 23, 28 avril 1944.

utilisées pour l'Afrique, sont basées exclusivement sur les nombreuses stations du Pacifique.

Cependant nous avons constaté que l'emploi de ces cartes d'ionisation n'est pas satisfaisant pour les liaisons radiotélégraphiques avec l'Afrique. Afin de vérifier s'il est justifié d'assimiler les deux zones I à une seule, nous avons comparé d'abord les mesures de notre station de Fribourg (48°,1 N) avec celles de St-Johns (47°,7 N), Ottawa (45°,5 N) et Portage la Prairie (49°,9 N) en Amérique d'une part, et avec Wakkanai (45°,4 N) au Japon d'autre part. Les courbes de Fribourg et de Wakkanai sont en bon accord et bien distinctes des courbes américaines. La même comparaison a été faite ensuite pour les stations de Johannesburg (26°,2 S) en Afrique, et Brisbane (27°,5 S) et Watheroo (30°,3 S) en Australie. Le résultat était semblable, excepté pour quelques heures de nuit. Enfin nous avons étudié les mesures de 1946 faites au Caire (30°,6 N), de même que celles de Baton Rouge (30°,5 N) et White Sands (32°,6 N) d'une part, Chungking (29°,4 N) et Delhi (28°,6 N) d'autre part. Là aussi la ressemblance avec les stations de l'Est était étonnante.

Il faut conclure de toutes ces comparaisons, que la couche F2 en Afrique et en Europe correspond exactement à celle de l'Asie, et qu'il n'est pas correct d'attribuer ces régions à la zone I.

D'après les mesures, elles appartiennent à la zone E. Cette conclusion nous semble bien vraisemblable, car elle est en accord avec la distribution *réelle* du champ magnétique terrestre. La définition des zones a été faite à Washington d'après les coordonnées géomagnétiques idéalisées. Or il existe une différence très prononcée entre celles-ci et les données géomagnétiques réelles. L'équateur géomagnétique réel, donné par l'inclinaison zéro, est bien au Nord de l'équateur géographique pour l'Afrique comme pour l'Asie. Il coupe l'équateur dans l'Océan Atlantique (20° W) d'une part et dans le Pacifique (170° W) d'autre part. Cette dissymétrie semble liée à la distribution des grands continents.

Si vraiment un *contrôle magnétique* de l'ionisation a lieu, il doit exister une influence du champ géomagnétique réel, donné par exemple par les cartes isoclines ([5]). Nous proposons donc d'appliquer une autre division en zones que nous avons trouvée d'après cette carte. La zone W serait située entre 40° W et 100° W à l'équateur (les limites étant données par la moitié d'un grand cercle à partir du pôle N magnétique réel). La zone E serait entre 0° et 160° E sur l'équateur; l'Europe et la plus grande partie de l'Afrique appartiendraient à la zone E. Les zones I comprendraient les Océans Atlantique et Pacifique. Une telle division semble être plus proche de la réalité des mesures ionosphériques et géomagnétiques.

([5]) S. Chapman et J. Bartels, *Geomagnetism*, 1, p. 100, Oxford, 1940.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *L'ontogénie de l'appareil conducteur du* Vicia sativa *L. et ses conséquences pour la définition de la tige.* Note de M. **Albert Duchaigne**, transmise par M. Paul Becquerel.

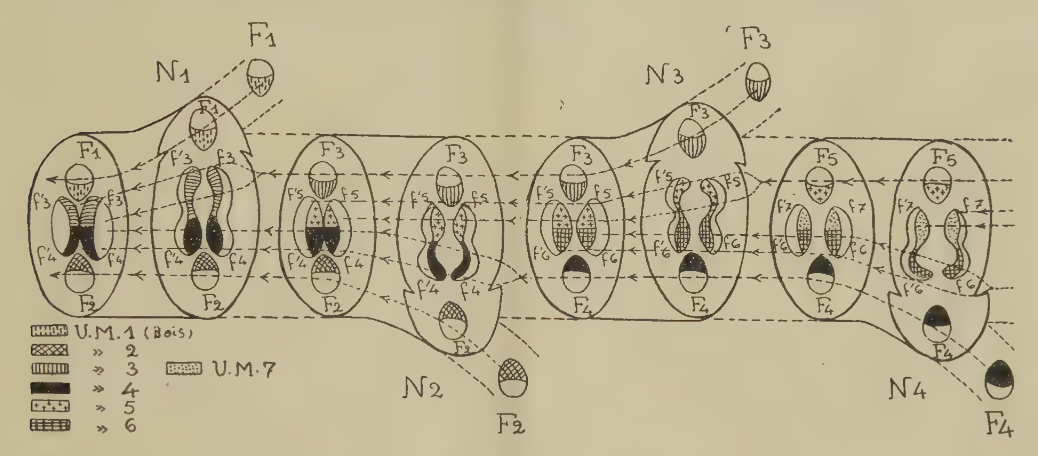
La constitution des plantes vasculaires reste encore un des problèmes les plus importants et les plus débattus de l'anatomie végétale. C'est ainsi que l'on soutient à nouveau, aujourd'hui, l'ancienne théorie du mériphyte de Lignier qui proclame l'individualité originelle de la tige. Il s'agit là, en vérité, d'un problème délicat dont la solution ne peut s'appuyer que sur l'étude ontogénique de l'appareil conducteur et à condition de faire appel à des structures relativement simples.

C'est pourquoi nous nous sommes adressé au *Vicia sativa* dont l'ontogénie est particulièrement instructive. L'appareil conducteur de sa tige comporte deux faisceaux libéro-ligneux corticaux correspondant aux nervures latérales de feuilles qui sont distiques et, au centre, quatre faisceaux formant une stèle réduite, elliptique en coupe transversale. Deux faisceaux médians F occupent les extrémités du grand axe de la stèle; ils se poursuivent entièrement dans la nervure médiane des deux feuilles sus-jacentes; pour les désigner avec précision, selon l'entre-nœud considéré, nous faisons suivre la lettre F d'un numéro d'ordre, celui de la feuille correspondante; F 3, par exemple, se poursuit dans la troisième feuille. Suivant le petit axe s'étalent deux larges faisceaux, les plexus intercaulaires, où se prolongent les demi-faisceaux f et f' provenant de la bifurcation de faisceaux médians F sus-jacents; f 3 et f' 3, par exemple, représentant les demi-faisceaux qui proviennent de la bifurcation de F 3.

Au premier nœud, de bas en haut, le faisceau médian F 1 quitte la stèle caulaire et se poursuit dans la nervure médiane de la première feuille; en même temps les portions voisines f 3 et f' 3 des plexus intercaulaires s'isolent et s'unissent, à l'emplacement de F 1, pour constituer un nouveau faisceau médian F 3 correspondant à la troisième feuille; autrement dit, F 3 se bifurque au sommet du premier nœud pour se prolonger dans le premier entre-nœud. Au fur et à mesure que f 3 f' 3 s'isolent ainsi, deux demi-faisceaux nouveaux f 5 et f' 5 s'intercalent, entre eux et les portions f 4 et f' 4, pour reconstituer les plexus intercaulaires f 4 f 5, f' 4 f' 5 du deuxième entre-nœud. Il en est de même pour les nœuds successifs suivants comme le récapitule le schéma ci-après. Le faisceau F 4 par exemple comporte une partie foliaire, le faisceau médian de la quatrième feuille, une partie caulaire (F 4 du quatrième et du troisième entre-nœud) qui se bifurque au deuxième nœud en formant les extrémités f 4 et f' 4 des plexus intercaulaires f 4 f 5, f' 4 f' 5 du deuxième entre-nœud et des plexus f 4 f 3, f' 4 f' 3 du premier entre-nœud.

Ainsi la stèle caulinaire des anatomistes classiques n'a aucune autonomie; elle se disloque à chaque nœud et provient nettement de la réunion de faisceaux

libéro-ligneux qui se poursuivent entièrement, plus haut, dans les feuilles correspondantes. Celles-ci se présentent comme les parties libres d'unités morphologiques distinctes dans l'édification progressive du *Vicia sativa* et sont de plus en plus compliquées au cours du développement, simples bractées



Vicia sativa. — Édification de la tige par unités morphologiques successives pourvues chacune d'un système conducteur propre V. M. 1, 2, 3, 4, ..., F1, 2, 3, ..., faisceaux libéro-ligneux médians des unités 1, 2, 3, ...; *f*, *f'*, bifurcations d'un faisceau F; N1, 2, 3, ..., nœuds successifs.

écailleuses d'abord puis feuilles composées avec un nombre croissant de folioles; leurs bases ou caules, coalescentes, constituent les entre-nœuds ou segments successifs de la tige. Le faisceau médian de chaque unité morphologique se prolonge, en se bifurquant, dans les entre-nœuds sous-jacents et cette portion de l'appareil conducteur mérite le terme d'intercaulaire.

La plante nous apparaît donc comme étant constituée par des unités morphologiques successives distinctes dont l'individualité est révélée par l'existence de faisceaux distincts correspondants.

BOTANIQUE. — *L'autonomie de croissance des entre-nœuds chez le Sureau* (Sambucus nigra *L.*). Note (*) de M. **Paul Champagnat**, présentée par M. Louis Blaringhem.

On admet que la croissance des jeunes entre-nœuds d'une plante est sous la dépendance du flux polarisé d'auxine synthétisé dans *les plus jeunes feuilles* encore réunies en bourgeon terminal. Lorsqu'on supprime ce bourgeon terminal ou qu'on enlève ces très jeunes feuilles, l'allongement des entre-nœuds est rapidement stoppé [Snow ([1]); Thimann et Skoog ([2])]. Or, *les jeunes pousses*

(*) Séance du 8 juin 1949.

([1]) *New Phytol.*, **28**, 1929, p. 345-358.

([2]) *Proc. roy. Soc. Lond.* B., **114**, 1934, p. 317.

de Sureau, mesurant initialement de 6 à 10^{cm}, se comportent différemment après décapitation : 1° *L'allongement des entre-nœuds n'est pas sensiblement modifié par la décapitation* [3] : *a.* s'ils mesurent plus de 10^{mm} au moment de l'intervention; *b.* si la paire de feuilles qui les termine est conservée intacte (ou réduite à 2 ou 3 folioles). Les bourgeons axillaires sont restés dormants durant l'expérience.

Tige N°.	Longueur initiale de l'entre-nœud (mm).	Longueur le : 16 avril.	22 avril.	28 avril.	6 mai.	13 mai.	Longueur finale de l'entre-nœud (mm).
1........	16,5	31	65	81	98	103	106
1 Témoin.	12	30	85	110	129	129	129
3........	17	45	121	160	193	200	200
3 Témoin.	16	42	110	140	151	156	159
7........	17,5	43	105	130	150	152	152
7 Témoin.	18	59	82	131	153	157	157

2° Parallèlement, des dosages d'auxine libre [faits à l'aide d'une « low cost Chamber » d'Avery [4] placée dans une chambre à température constante (22°) et en employant le « deseeded avena test » selon les principes également indiqués par Avery [4]] montrent les faits suivants :

a. Le sommet, comprenant le point végétatif terminal et 3 ou 4 paires de petites feuilles, *est beaucoup moins riche en auxine libre que les entre-nœuds* sans feuilles en croissance rapide.

L'extraction par diffusion a lieu pendant 3 heures, à la lumière diffuse et à la température du laboratoire dans de l'agar à 1,5 % ; la plaquette de gélose étant de dimension standard et découpée en 12 blocs au moment du dosage.

Date.	Courbure (moyenne de 10 coléoptiles). 5 sommets.	1 entre-nœud (30 à 50^{mm} coupé en 2 tronçons).	Même entre-nœud après dilution de l'agar de diffusion au quadruple de son volume.
26 avril 1949..........	11°	34°	12°
3 mai 1949............	6,5	43	16

b. La décapitation n'influence pas sensiblement la teneur en auxine des mêmes entre-nœuds.

---

(3) Chez les végétaux ligneux, les témoins doivent être choisis avec un soin tout particulier. Il faut notamment tenir compte : de la distance du bourgeon choisi par rapport à la base du rameau qui le porte; de son orientation par rapport aux faces dorsale et ventrale de ce même support, de la vitesse de croissance jusqu'au moment de l'expérience, de son diamètre de base, etc.

(4) Avery, Creighton et Hock, *Amer. Jour. Bot.*, 26, 1939, p. 360.

c. Les feuilles qui subsistent au sommet *sont si pauvres en substances de croissance* [extraction par la méthode Van Overbeek (5)], qu'elles n'ont pu provoquer de courbure appréciable sur les coléoptiles quelle que soit la concentration employée. Elles ne peuvent donc être directement à l'origine de la richesse des entre-nœuds.

Conclusion. — 1° Les jeunes entre-nœuds manifestent *une autonomie très poussée vis-à-vis du sommet principal.* Ils synthétisent vraisemblablement eux-mêmes l'auxine nécessaire à leur allongement à partir d'une substance inactive fournie par les feuilles. Le mécanisme de cet allongement est donc différent de celui qui est mis en évidence dans un coléoptile d'Avoine ou dans une jeune tige de Pois. Il n'y a plus, comme chez ces derniers, une étroite localisation des cellules susceptibles de synthétiser l'auxine.

2° Ces résultats sont en *parfait accord* avec ceux de Gunkel et Thimann (6) qui observent (6) une répartition analogue de l'auxine dans les pousses longues de *Ginkgo biloba.* Ces auteurs notent en plus une accumulation d'hormone à la base de la pousse dans des entre-nœuds ayant déjà achevé leur croissance. Je n'ai pu jusqu'ici retrouver ce fait chez le Sureau.

3° Ces résultats s'accordent avec les idées de du Buy et Nuernbergk (7), qui déjà en 1932, insistaient sur une diversité de la localisation des centres producteurs d'auxine.

4° Il n'est pas impossible qu'une telle répartition de l'auxine libre soit *en rapport avec certaines inhibitions de bourgeons :* je pense notamment au cas où le pincement du sommet ne suffit pas à provoquer le départ d'un seul bourgeon sous-jacent.

BOTANIQUE. — *Sur les caractères distinctifs des rameaux végétatifs, des grappes et des vrilles de la Vigne* (Vitis vinifera *L.*). Note (*) de M. **François Bugnon**, présentée par M. Auguste Chevalier.

Dans deux Notes antérieures (1) nous avons surtout mis en relief les caractères communs des rameaux végétatifs, des grappes et des vrilles de la Vigne; l'étude phyllotaxique des deux bras, interne et externe, des grappes et des vrilles nous a conduit à les considérer comme des rameaux de premier ordre du sarment, comme des homologues des rameaux végétatifs de même ordre. Mais des différences morphologiques frappantes existent entre ces divers rameaux à

---

(5) *Bot. Gaz.*, **100**, 1938, p. 133-166.
(6) *Amer. Jour. Bot.*, **36**, 1949, p. 145-151 et 309-316.
(7) *Ergeb. d. Biol.*, **9**, 1932, p. 358-544; **10**, 1934, p. 207-322; **12**, 1935, p. 325-543.

(*) Séance du 30 mai 1949.
(1) *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 770 et 937.

l'état adulte; l'objet de la présente Note est d'analyser ces différences et de montrer qu'elles résultent surtout : 1° de la localisation, de la précocité et de la puissance variable de la croissance intercalaire ; 2° de la rapidité plus ou moins grande avec laquelle le bourgeon axillaire de la préfeuille finit généralement par l'emporter sur le bourgeon terminal du même rameau et de la durée plus ou moins longue de l'activité de son méristème apical.

Dans les rameaux végétatifs, la croissance intercalaire n'entre en jeu que tardivement, pour donner naissance aux entre-nœuds qui séparent les feuilles végétatives successives, en position alterne-distique. Leur préfeuille reste insérée dans le fond de l'aisselle où elle est apparue, au contact immédiat de la base de la feuille axillante, sur le flanc même du sarment. Tandis que le bourgeon terminal du rameau (bourgeon anticipé, prompt bourgeon) se développe en un rameau *estival* qui, le plus souvent, reste faible, n'a qu'un petit nombre de feuilles végétatives séparées par des entre-nœuds médiocres et meurt à l'automne, le bourgeon axillaire de la préfeuille, bourgeon dont l'ébauche est très tôt constituée, demeure en général dormant au cours de l'année où il s'est formé; mais le sarment qu'il pourra donner en se développant l'année suivante aura une puissance beaucoup plus grande que le rameau estival; il portera un beaucoup plus grand nombre de feuilles végétatives séparées par de longs entre-nœuds; il atteindra ainsi une longueur relativement considérable et il persistera.

Dans les grappes et les vrilles, la première intervention, très précoce, de la croissance intercalaire se produit dans le soubassement commun à la bractée axillante et à son aisselle gemmifère, déterminant l'apparition de cette portion d'axe singulière que nous avons appelée *hypoclade* (²).

Pendant l'allongement de l'hypoclade, une deuxième localisation de la croissance intercalaire apparaît sous la préfeuille de chaque bras et celle-ci s'éloigne de l'aisselle où elle est née : la nouvelle portion d'axe ainsi formée, à la base d'un rameau, est très comparable à celle qui peut se produire au-dessous des feuilles cotylédonaires, à la base de la tige principale, et à laquelle on a donné avec raison un nom particulier, *hypocotyle*, afin de la distinguer des entre-nœuds de l'*épicotyle*, limités à chacune de leurs extrémités par une feuille du même axe. Il est aussi utile et aussi justifié d'appliquer un nom spécial à la portion d'axe qui peut se produire au-dessous des préfeuilles, par un même mode de croissance intercalaire : nous proposons le terme d'*hypoprophylle*, afin de la distinguer des entre-nœuds de l'*épiprophylle* du rameau. Les hypoprophylles sont fréquents, tant dans la région végétative que dans la région florifère de plantes très diverses : les stolons du Fraisier, pour n'en citer qu'un exemple bien connu, ont un hypoprophylle de longueur remarquable.

Dans les grappes, des entre-nœuds, d'ailleurs courts, se constituent ensuite entre les bractées successives, axillantes de rameaux florifères, qui s'étagent sur l'épiprophylle, suivant une disposition qui n'est plus alterne-distique, mais qui, au moins pour les plus inférieures, apparaît tétrastique-décussée. Les deux bras peuvent se comporter à cet égard de la même manière (grappes doubles); ou bien le bras externe, par une atrophie rapide de son point végétatif et de la préfeuille qui s'y trouve associée, peut se limiter à un hypoprophylle, plus ou moins longuement étiré (grappes-vrilles); ou bien encore, ce bras externe avorte totalement.

Dans les vrilles, le bras interne subit, en général, la même réduction que le bras externe

(²) *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 937.

des grappes-vrilles et se limite à son hypoprophylle. Le bras externe a le même sort dans les vrilles pourvues d'une seule bifurcation apparente, et les deux bras atteignent alors sensiblement la même longueur : une telle vrille est formée de son hypoclade et de deux hypoprophylles équivalents. Lorsque le bras externe se ramifie, suivant le mode sympodique (³), l'axe apparent du sympode est formé par les hypoprophylles d'ordres successifs, ses rameaux apparents sont tous limités au premier entre-nœud des axes successifs; non seulement le bourgeon axillaire de chaque préfeuille apparaît alors très vite, mais il se développe encore très rapidement, sans passer par un état dormant comme son homologue des rameaux végétatifs; par sa puissance relative, il devient rameau *usurpateur;* mais sa croissance est de très courte durée, et il ne forme qu'un seul entre-nœud au delà de son hypoprophylle.

On trouve une justification de l'interprétation qui précède en considérant notamment les intermédiaires entre grappes et vrilles, particulièrement nombreux chez la Vigne-vierge.

En résumé, les grappes et les vrilles se distinguent essentiellement des rameaux végétatifs : 1° par leur hypoclade et leurs hypoprophylles, produits de croissance intercalaire localisée, soit au-dessous de la feuille axillante, soit au-dessous des préfeuilles; 2° par la disposition phyllotaxique des épiprophylles dans les grappes; 3° par la rapidité et la brièveté du développement des bourgeons axillaires des préfeuilles dans les vrilles, dont les épiprophylles sont nuls ou réduits à un entre-nœud.

MYCOLOGIE. — *Étude d'une Levure nouvelle* Saccharomyces Laryngitidis-*n* sp. Note de MM. **Auguste Sartory** et **Edmond Potier**, transmise par M. Joseph Magrou.

Cette levure a été isolée : 1° dans un cas de laryngite avec fausses membranes; 2° dans trois cas d'angine avec fièvre simulant la diphtérie ; 3° dans sept cas de bronchite compliquée de congestion pulmonaire des deux sommets. Jamais le bacille diphtérique n'a pu être décelé.

Par contre, nous avons constamment isolé une levure dont nous allons donner la description. L'isolement de cet organisme a été effectué sur boîte de Petri, sur milieu Raulin gélosé et sur milieu de Sabouraud qui conviennent fort bien pour la culture de cet organisme.

Examen en goutte pendante. — Au début nous observons une cellule légèrement ovale et présentant à un pôle seulement, une zone acuminée en forme de pointe arrondie. Cette forme est constante sur tous les milieux solides et liquides. Elle mesure $2^{\mu},8$ sur $3^{\mu},2$ de diamètre.

Le contenu protoplasmique est hyalin, on aperçoit une vacuole assez grande au centre et quelques très petites gouttes de graisse facilement décelables par l'orcanette acétique, le Sudan III ou le colorant triple de Guéguen. Au bout

(³) *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1349.

de 4 heures, le contenu cellulaire se trouble, les corpuscules de graisse disparaissent et le bourgeonnement s'accuse, une seconde cellule est née. Ce phénomène se poursuit et nous assistons à la naissance d'une petite chaînette de cinq à six éléments qui se séparent très vite. Ce bourgeonnement s'effectue à la manière des *Saccharomyces*. *L'optimum cultural* est compris entre +30° et +35°. Notons toutefois que la levure pousse fort bien à +37° et ne cesse de végéter qu'à +41°. La formation des ascospores a été obtenue sur bloc de plâtre et sur papier buvard imprégné d'une solution de lactose, le tout disposé dans une boîte de Petri à + 34°.

Les asques contiennent quatre ascospores à double membrane légèrement elliptiques et mesurant 3$^{\mu}$ de longueur sur 2$^{\mu}$,5 de largeur disposées en tétrades.

La levure, de couleur blanche, végète fort bien sur tous les milieux ordinaires solides, naturels ou synthétiques (Carotte, Pomme de terre, Topinambour, Navet, Raulin neutre gélatiné, Raulin gélosé, milieu de Lasseur gélatiné, Artichaut) ainsi que sur les milieux liquides (liquide de Pasteur, liquide de Hansen n° 1 et n° 2, liquides de Mayer, de Laurent, de Hayduck, de Cohn, de Nœgeli n° 3, de Raulin, de Lasseur, etc.

A l'examem microscopique et sur tous les milieux solides et liquides on ne perçoit aucune forme filamenteuse, mais uniquement des formes bourgeonnantes. Notre organisme dédouble le saccharose, produit la fermentation alcoolique; il dédouble également le maltose, mais est sans action sur le lactose, le galactose et le lévulose.

Très pathogène pour le Cobaye et le Lapin, il provoque des abcès et des lésions pulmonaires très sévères chez ces animaux qui meurent le plus souvent. Ce champignon a été très souvent isolé durant les années 1948-1949 dans beaucoup de départements du centre de la France. Il a provoqué des accidents graves qui ont souvent fait penser à la diphtérie. Dans de tels cas l'examen bactériologique des exsudats pharyngés et des expectorations s'impose afin d'écarter le diagnostic de diphtérie et d'instituer un traitement rationnel (traitement iodé, badigeonnage à l'iode colloïdal et traitement interne à l'iodure de potassium).

Conclusion. — Cette levure est intéressante par ses caractères morphologiques, ses propriétés biochimiques et son pouvoir pathogène vis-à-vis des principaux animaux de laboratoires. Elle provoque chez les humains des accidents simulant la diphtérie, justiciables du traitement iodé. Nous la croyons nouvelle.

Elle doit être classée dans le genre *Saccharomyces Meyen*. Nous proposons de la dénommer *Saccharomyces Laryngitidis* n. sp.

Elle est très différente du *Cryptococcus Laryngitidis* décrite par A. Sartory, Petges et Claoué.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherche du virus de la Mosaïque du Tabac* (Marmor Tabaci *Holmes*) *dans les méristèmes des plantes infectées.* Note (*) de MM. **Pierre Limasset** et **Pierre Cornuet**, présentée par M. Joseph Magrou.

Nous avons envisagé, dans une Note antérieure, les variations de teneur en virus chez des feuilles d'âges différents de Tabacs infectés. Élevée chez les feuilles bien développées, la proportion de virus diminue ensuite lorsqu'on s'adresse à des feuilles de plus en plus rapprochées du bourgeon terminal. La quantité de virus par unité de poids frais contenue dans la première feuille dégagée du bourgeon était environ le dixième de celle qu'on trouvait dans les feuilles les plus riches. Nous avons examiné également de très jeunes feuilles incluses dans le bourgeon terminal. La faible quantité de matériel apporté par chacune d'elles ne nous permettant pas d'effectuer une extraction complète, nous avons simplement déterminé pour chacune la concentration en virus du jus extrait par broyage. Les valeurs trouvées sont portées sur le graphique I en α, β et γ (*voir* la Note précédente). Elles tendent nettement vers zéro lorsqu'on se rapproche du méristème. La teneur des organes en virus total peut être considérée comme tendant elle aussi vers zéro puisque, dans cette région de la courbe, ses variations sont relativement parallèles à celles de la concentration des jus en virus.

Nous avons eu l'idée de rechercher, par une technique plus sensible encore que la méthode des lésions locales, si le zéro était effectivement atteint dans la calotte de méristème située juste au-dessus des premières ébauches foliaires. Dans ce but nous prélevions aseptiquement cette calotte, sous le binoculaire, en la sectionnant avec un scalpel. Nous l'écrasions ensuite sur une feuille d'un très jeune Tabac (var. *Samsun*) préalablement saupoudrée de carborundum, de façon à réaliser une inoculation. Un Tabac témoin était inoculé, chaque fois, avec la fraction de méristème située immédiatement en dessous, amputée de ses ébauches et taillée aux mêmes dimensions. Tous les témoins manifestèrent les symptômes de la maladie, ce qui montrait que la méthode d'inoculation utilisée était valable et que le méristème situé au niveau des ébauches contenait toujours un peu de virus. Par contre, les calottes apicales ne nous ont fourni que huit inoculations positives contre sept négatives. Les durées d'incubation étaient d'ailleurs très longues (19 à 47 jours). Le virus est donc extrêmement rare dans le méristème terminal. Il se pourrait même que la section réalisée à la naissance des premières ébauches correspondît effectivement à la limite de son aire de multiplication, sa présence ou son absence dans les

(*) Séance du 13 juin 1949.

calottes prélevées s'expliquant alors par des très légères différences de hauteur de section. De plus, les souches isolées dans les cas positifs présentaient presque toutes des caractères aberrants qui nous ont contraints à les considérer comme des mutants du virus de la Mosaïque du Tabac. Cette dominance des mutants dans les méristèmes apicaux et subapicaux, s'explique par le fait que la rareté des particules de virus dans ces tissus supprime l'effet de concurrence normalement appelé à favoriser le retour au type moyen. Il se peut aussi que des conditions physiologiques particulières favorisent les mutations dans le méristème ou sélectionnent certains mutants.

Ces mutants, dont la présence paraît presque constante dans le méristème des bourgeons, ne sont mis en évidence que par inoculation à des plantes vierges. On peut se demander pourquoi, chez la plante malade, ils sont supplantés par la souche mère dans les organes différenciés alors qu'ils ont été les premiers à s'implanter dans les tissus embryonnaires. Leur établissement précoce semblerait devoir assurer leur prédominance définitive puisqu'un tissu infecté par une souche est normalement prémuni contre l'invasion d'une autre souche du même virus. Nous ne pouvons expliquer ce fait qu'en admettant qu'un petit nombre seulement de cellules du méristème sont infectées et par conséquent prémunies. Il faut supposer en outre que les mutants envisagés sont doués d'un faible pouvoir d'invasion, ce qui assure la prédominance rapide de la souche mère dès que les cellules non infectées initialement sont devenues réceptives au moment où le tissu atteint un certain degré de différenciation.

La faible teneur en virus des méristèmes est peut-être liée à la présence d'une grande quantité d'auxine dans ces derniers. L'un de nous a d'ailleurs montré qu'une substance qui, sans être une auxine, présente néanmoins avec les auxines quelques traits communs (acide 2.4-dichlorophénoxyacétique) exerçait une action inhibitrice sur la multiplication de certains virus. L'effet sur le virus de la Mosaïque du Tabac est intense. Un des Tabacs en expérience avait reçu le produit en question sur une feuille, au moment de l'inoculation. Un mois plus tard, cette feuille et trois feuilles voisines présentaient encore une inhibition très accentuée.

La non-transmissibilité du virus de la Mosaïque du Tabac par semis de graines infectées (au moins chez le Tabac) trouverait son explication dans les observations relatées au cours de cette Note. L'embryon est en effet constitué par des tissus ayant les caractères d'un méristème, ce qui explique sa pauvreté en virus. Les travaux de Manil, Ainsworth, Sheffield et Stelzner montrent que le virus est très peu abondant, sinon nul, dans la graine, surtout localisé dans le tégument séminal et s'inactive rapidement après la récolte.

PHYSIOLOGIE. — *La thyroïde, l'adrénaline et le rendement de la pression de l'oxygène.* Note de M. **Jean Giaja**, M[lle] **Leposava Marković** et M. **Radoslav Andjus**, présentée par M. Léon Binet.

Il a été montré ici-même (1) que le Rat accoutumé au froid résiste mieux à la diminution de la tension de l'oxygène que le Rat accoutumé au chaud : le premier satisfait une plus forte consommation d'oxygène par une tension d'oxygène plus faible par rapport au second, à une même température ambiante. Par l'effet de l'accoutumance au froid l'organisme utilise mieux l'oxygène dans ce sens que le *rendement de la tension de l'oxygène* (notion due à André Mayer et collaborateurs) s'en trouve augmenté. Nous exprimons ce rendement par la valeur du rapport entre la consommation d'oxygène (en centimètres cubes par kilogramme-heure) et la pression d'oxygène juste suffisante pour entretenir cette consommation. Comme nous l'avons montré, la valeur de ce *baroquotient* (BQ) varie dans le sens mentionné plus haut selon le milieu thermique d'accoutumance.

La thyroïde, comme on le sait, réagissant par son activité à l'influence prolongée du milieu thermique, nous nous sommes demandé si le phénomène que nous avons observé ne lui était pas attribuable. Les faits suivants justifient, pensons-nous, cette hypothèse.

1° Après ablation de l'appareil thyroïdien chez le Rat, on constate que le passage du milieu chaud au milieu froid d'accoutumance ne produit plus l'effet que l'on constate chez un sujet normal. Ainsi un rat thyroïdectomisé qui adapté au chaud avait BQ = 15,5, avait BQ = 14,9 après un long séjour au froid. Deux rats témoins normaux réagirent au même changement de milieu thermique comme il suit : premier rat, adapté au chaud, BQ = 19,1 ; adapté au froid, BQ = 26,3 ; second rat : adapté au chaud 20,7, adapté au froid 26,1. Dans tous les cas la détermination de ce rendement était faite à la température de 18°. Chez le Rat les parathyroïdes sont enlevées avec les thyroïdes, mais c'est à ces dernières que l'effet constaté doit être attribué, vu les constatations suivantes concernant l'hyperthyroïdisme expérimental.

2° L'hyperthyroïdisme expérimental produit le même effet que l'accoutumance au froid, au point de vue de la valeur du baroquotient. Chez deux rats on obtient, sans changement de milieu thermique, les variations suivantes de BQ en produisant l'hyperthyroïdisme par adjonction de glande thyroïde sèche aux aliments (*voir* tableau ci-dessous).

Comme on le voit, dans l'hyperthyroïdisme expérimental le rendement de la pression de l'oxygène est fortement augmenté, tout comme nous l'avions constaté dans l'accoutumance au froid.

---

(1) J. Giaja et L. Marković, *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 296.

	État normal			Hyperthyroïdisme		
	O_2 consommé (cm³/kg/h).	Press. limin. (mm Hg).	BQ.	O_2 consommé (cm³/kg/h).	Press. limin. (mm Hg).	BQ.
Rat 1	2946	135	18,2	3860	126	30
Rat 2	2161	104	20,7	3222	109	29

Ces résultats indiquent que la thyroïde n'agit pas seulement, comme on le sait depuis longtemps, sur l'intensité des oxydations intraorganiques, mais que son activité porte également sur la dépendance de ces oxydations de la pression de l'oxygène : elle agit sur le rendement de la pression de l'oxygène, c'est-à-dire sur le pouvoir oxydant de celui-ci.

L'adrénaline injectée au Rat élève également le rendement de ses oxydations intraorganiques. On sait que l'adrénaline augmente fortement l'intensité des échanges par rapport au métabolisme de base. Or ces combustions élevées peuvent être entretenues sans élévation de la pression liminaire exigée par les échanges normaux et même par une pression moindre. Ainsi un rat qui à la température de 25° consomme 1 040$^{cm^3}$ d'oxygène par kilogramme-heure, nécessite une pression d'oxygène de 96^{mm}. Après avoir reçu en injection sous la peau 0^{mg},5 d'adrénaline, sa consommation s'élève à 1 964$^{cm^3}$, et ces oxydations presque doublées ne nécessitent qu'une pression de 94^{mm}, d'où l'augmentation du rendement de la pression de l'oxygène sous l'effet de l'adrénaline, passant de la valeur BQ = 10,8 à celle de BQ = 20,7.

Ces résultats montrent que le rendement de la pression de l'oxygène, dans les oxydations intraorganiques, est chose essentiellement variable, influencée par les sécrétions internes au même titre que l'intensité même des oxydations.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Facteur de transmission des paupières.* Note de M. **Alexandre Ivanoff**, présentée par M. Jean Becquerel.

Les yeux étant fermés, les paupières laissent passer une fraction de l'énergie lumineuse incidente, variable suivant la force avec laquelle les paupières sont serrées (autrement dit avec leur épaisseur), et suivant la composition de la lumière (avec évidemment un maximum de transmission dans le rouge, par suite de l'abondance de l'hémoglobine dans les paupières). Je me suis proposé de mesurer sur l'œil vivant ce facteur de transmission des paupières, dans diverses régions du spectre.

Le principe de la méthode utilisée est simple. Un verre dépoli de grandes dimensions est placé à quelques centimètres des yeux du sujet, et est éclairé uniformément par une source lumineuse dont le sujet peut augmenter graduellement la brillance, à l'aide d'un rhéostat. Le sujet ayant été préalablement adapté à l'obscurité, on mesure la brillance du verre dépoli nécessaire pour atteindre le seuil de sensibilité absolu, d'une part les yeux du

sujet étant ouverts, et d'autre part les yeux du sujet étant fermés. Le rapport de ces deux brillances est égal au facteur de transmission des paupières pour la lumière utilisée ([1]). Pour effectuer une étude comparée du phénomène dans les diverses régions du spectre, il importe de serrer les paupières avec une force toujours égale; l'expérience montre que cette condition peut être très approximativement réalisée en fermant les paupières normalement, sans faire effort.

Voici, dans ces conditions, les facteurs de transmission mesurés sur trois sujets :

	Sujet M.	Sujet R.	Sujet I.	Moyenne.
écran Wratten rouge n° 25 ($\lambda > 580^{m\mu}$)....	1/47	1/28	1/32	1/36
écran Wratten vert n° 58 ($480 < \lambda < 620^{m\mu}$).	1/263	1/389	1/309	1/320
écran Wratten bleu n° 47 ($360 < \lambda < 520^{m\mu}$).		1/407	1/363	1/385
lumière blanche ([2])	1/105	1/269	1/162	1/179

Le facteur de transmission des paupières diminue du rouge au bleu, dans un rapport voisin de 10. Les chiffres indiqués ne constituent qu'un ordre de grandeur, suffisant d'ailleurs par suite des fortes variations individuelles. En serrant les paupières, on peut diminuer leur facteur de transmission dans un rapport allant approximativement jusqu'à 5.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'acuité visuelle en lumière fluorescente et en lumière incandescente.* Note de M. **Ernest Baumgardt**, présentée par M. Jean Becquerel.

On sait qu'en lumière bleue l'acuité est beaucoup plus faible qu'en lumière blanche, rouge, jaune ou verte. H. Piéron a expliqué ce phénomène par le fait que l'œil emmétrope est myope en lumière bleue ([1]). En effet, le disque de diffusion se formant dans le plan rétinien où se produit l'absorption efficace de la lumière est plus grand quand l'image d'un point lumineux réel se forme en avant de ce plan que si elle se forme dans ce plan même, ainsi qu'il arrive en lumière jaune; en plus de cela, la vision du bleu est déficiente au centre de la fovéa, ce qui ressortait déjà des observations de König.

([1]) Ceci à la condition que la mesure du seuil soit effectuée dans les deux cas pour une même étendue du champ éclairé et pour une même lumière. La première de ces conditions nécessite un verre dépoli de grandes dimensions (car tout le champ visuel s'éclaire lorsque les yeux sont fermés). La seconde condition n'est rigoureusement réalisée qu'en lumière monochromatique; toutefois une région assez limitée du spectre fournira des résultats sensiblement corrects.

([2]) Dans ce cas la deuxième condition de la Note (1) n'est pas réalisée. Les facteurs de transmission concernant la lumière blanche ne constituent donc qu'une approximation grossière.

([1]) *Année Psych.*, 33, 1932, p. 118.

Nous avons comparé sur 13 sujets l'acuité visuelle en lumière incandescente produite par un tube à vide de 60cm de long et 38mm de diamètre à l'acuité visuelle en lumière fluorescente type *lumière du jour*, produite par un tube de dimensions identiques; les sujets sont âgés de 21 à 53 ans, tous à vision normale, corrigée au besoin. Les daltoniens avaient été exclus au moyen du test de Ishihara; ont été également éliminés les astigmates pouvant être dépistés par les méthodes cliniques habituelles. On utilise les anneaux brisés de Landolt; tous les optotypes ont été obtenus par reproduction photographique et sélectionnés soigneusement à l'aide d'un microscope. Le sujet, dont l'état d'adaptation à la lumière est maintenu constant, fait augmenter lui-même la luminance de la plage test à l'aide de deux nicols, jusqu'à pouvoir tout juste reconnaître la position de la fente de l'anneau de Landolt. En faisant un grand nombre de déterminations, on calcule une moyenne significative pouvant être comparée à la moyenne obtenue avec l'autre source de lumière.

Nous avons opéré à 20 lux environ; au début de la séance le rapport exact des éclairements est mesuré par chaque sujet, en absence des nicols, à l'aide d'un nitomètre de Jobin et Yvon, donc en photométrie hétérochrome, l'albédo de la plage étant connu.

La moyenne du rapport d'éclairement par source fluorescente et incandescente est de 1,154 en absence des nicols; une vérification ultérieure en photométrie homochrome a fourni la valeur 1,153. Le tableau indique l'âge des sujets, le nombre N des présentations et le rapport $\underline{R_{f,i}}$ des éclairements nécessaires pour réaliser une acuité a donnée. *En tenant compte du poids des différentes déterminations, fonction du nombre des présentations, on calcule un rapport moyen* $\underline{R_{f,i}}$ *égal à* 1,22 *entre les éclairements par lumière fluorescente type* lumière du jour *et par lumière incandescente nécessaires pour déterminer la même acuité visuelle.*

Sujets.	Age.	Corrigé. Dioptries.	N.	$R_{f,i}$.	a.
Mlle Y. S.	21 ans	−5	160	1,10	0,78
Mlle N. B.	21 »	−	112	1,20	0,94
M. M. W.	21 »	−	58	1,19	0,78
M. X. D.	23 »	−	159	1,19	0,78
M. G. R.	23 »	−	78	1,60	1,04
M. J. T.	23 »	−	108	1,44	0,78
Mlle C. S.	24 »	−	118	1,01	1,45
M. H. C.	31 »	−	77	1,18	0,78
Mlle H. K.	32 »	−1,75	168	1,05	0,78
M. W. S.	40 »	−	42	1,01	0,78
M. E. B.	44 »	−	309	1,26	1,04
Mme H. B.	49 »	+1,75	150	1,31	0,78
M. F. S.	53 »	+2	160	1,28	0,87

$$\overline{R_{f,i}} = \frac{\Sigma R_{f,i} N}{\Sigma N} = 1,22$$

Il est difficile de déterminer quand l'optotype peut être reconnu *tout juste*; d'un autre côté, la durée de l'observation entre comme variable. Lors d'une autre série d'expériences, nous avons donc limité à 3 secondes la durée de la présentation et procédé à des statistiques de réponses, en opérant (à niveau de brillance constant) avec des optotypes de taille différente, de manière à réaliser des pourcentages de réponses justes se situant entre 40 et 90 %. En tenant compte de la probabilité de répondre correctement sans avoir reconnu (le sujet est tenu de répondre au hasard, quand il n'est pas sûr de son observation), on calcule le seuil en lumière incandescente et fluorescente. A quatre niveaux différents, s'échelonnant entre 0,8 et 29 lux, le résultat de plus de 4000 présentations (un seul sujet) a été pratiquement identique au résultat moyen obtenu avec la première méthode : 22,2 % d'écart, cette quasi identité devant d'ailleurs être considérée comme simple coïncidence.

On montre finalemenl à l'aide d'un filtre liquide (solution aqueuse de flavine : concentration 0,057 °/₀₀, épaisseur 1^{cm}) coupant le spectre d'émission du tube fluorescent de façon très raide aux environs de $500^{m\mu}$, qu'en supprimant 19 % du rayonnement lumineux émis (vert bleu, bleu et violet), l'acuité visuelle ne diminue point. Au contraire, on peut opérer de manière que tout en diminuant l'éclairement par interposition d'un filtre adéquat, on obtient une acuité légèrement meilleure. Ceci indique que le mécanisme sous-jacent semble bien être celui invoqué au début de cette Note. Ce n'est qu'au moment où le filtre commence à absorber des quantités sensibles de rayonnement vert que l'acuité visuelle baisse.

BIOLOGIE. — *Le rôle de la cortico-surrénale dans l'apparition de la phosphatase alcaline de l'intestin grêle chez l'embryon.* Note de M. **Jean Verne** et Mme **Simone Hébert**, transmise par M. Robert Courrier.

Nous avons montré, dans des Communications antérieures (¹), que chez le Rat surrénalectomisé et castré, on assistait histochimiquement à la disparition de l'activité de la phosphatase alcaline dans l'intestin grêle. L'injection d'hormone corticale, comme d'ailleurs de quelques autres hormones stéroïdes (en particulier la progestérone), rétablit cette activité enzymatique.

Nous nous sommes demandé si, au cours du développement, l'activité phosphatasique de l'intestin n'était pas également conditionnée par l'entrée en fonction de la cortico-surrénale. Nous avons, dans ce but, examiné deux rongeurs chez lesquels la cortico-surrénale prend sa disposition fonctionnelle à des périodes plus ou moins avancées du développement embryonnaire, le

(¹) *C. R. Soc. Biol.*, **142**, 1948, p. 300; *C. R. Congrès Assoc. Anat.*, Strasbourg, 1948, p. 402.

Cobaye et le Rat. Les travaux de M. Pennachioti (1938) ont montré, en effet, que, chez le Cobaye, la surrénale présente les signes histologiques de son activité vers la septième semaine de la vie intra-utérine, alors que, chez le Rat, c'est seulement vers la naissance que cette disposition fonctionnelle apparaît.

Or, en appliquant la technique histochimique de Gomori, nous avons constaté que, chez l'embryon de Cobaye, c'est précisément à la septième semaine, 15 jours environ avant la naissance, que l'on peut mettre en évidence la phosphatase alcaline de l'intestin grêle. Par contre, chez l'embryon de Rat, la réaction de cet enzyme se montre négative jusqu'à la toute dernière période de la gestation, pour être surtout bien positive au moment de la naissance.

Il y a donc coïncidence entre l'entrée en fonction de la cortico-surrénale et l'activation de la phosphatase intestinale. Nous avons alors cherché à démontrer expérimentalement que c'était bien l'hormone cortico-surrénale qui était responsable de cette activation. Dans ce but, nous avons injecté à des embryons de l'extrait cortico-surrénal avec lequel nous obtenions la réapparition de l'activité phosphatasique chez le Rat adulte surrénalectomisé.

Notre mode opératoire était le suivant : la femelle pleine est anesthésiée au chloral et l'on procède à la laparotomie. Un dixième de centimètre cube environ d'extrait cortico-surrénal total (Byla ou Choay) est injecté dans les corps des embryons, à travers la paroi utérine. La paroi abdominale de la mère est recousue.

Si l'intervention est faite trop près du terme, une mise bas prématurée est déclenchée et les résultats n'ont pas de signification. La période optima correspond au quinzième ou seizième jour de la gestation (embryons de 20^{mm} du coccyx au vertex). Pour avoir des préparations témoins, une corne utérine est liée à sa base et les embryons qui y sont contenus sont prélevés. La recherche des phosphatases alcalines se montre négative dans leur intestin. Les embryons contenus dans l'autre corne sont injectés. La femelle est sacrifiée douze à quatorze heures après l'injection. Les embryons, bien vivants, sont prélevés. La réaction des phosphatases alcalines, faite histochimiquement dans leur intestin, se montre alors positive, en particulier dans le plateau strié des cellules, au sommet des villosités. Il est à remarquer que la localisation de l'activité maxima de la phosphatase est un peu différente de ce qu'elle est chez l'adulte. Alors que, chez ce dernier, elle se trouve au niveau du duodénum, c'est au niveau des régions plus distales de l'intestin, notamment de l'iléon, qu'on l'observe chez l'embryon. Le gradient de l'activité enzymatique paraît inversé.

Ces observations confirment que l'activité de la phosphatase intestinale est indépendante de la présence d'aliments dans le tractus digestif. Chez l'adulte, elle est aussi marquée après un jeûne prolongé.

Puisque c'est seulement à l'époque où la surrénale fœtale entre en fonction qu'apparaît l'activité phosphatasique intestinale, on est obligé d'admettre que

le placenta constitue une barrière infranchissable aux hormones stéroïdes maternelles, tout au moins jusqu'à une période très proche de la parturition. Une telle conclusion ressort des travaux de Jost en ce qui concerne les hormones hypophysaires.

Conclusion. — L'activité de la phosphatase alcaline de l'intestin décelée histochimiquement coïncide, chez l'embryon, avec l'entrée en fonction de la cortico-surrénale. Précoce chez le Cobaye, elle est tardive chez le Rat. Chez ce dernier, l'injection d'extrait cortico-surrénal provoque l'apparition de la réaction caractéristique dans l'intestin grêle d'un embryon où elle est normalement négative.

BIOMÉTRIE. — *L'interprétation des tests de tonus neuro-végétatif.* Note (*) de M. **L.-C. Soula**, présentée par M. Léon Binet.

Les critères biométriques du tonus neuro-végétatif sont les constantes homéostatiques. Chaque constante est l'expression d'un équilibre entre les processus fonctionnels antagonistes, respectivement susceptibles d'élever ou d'abaisser le niveau de la régulation.

La catégorisation des individus d'après leur tempérament est pourtant impossible à partir de la constante homéostasique. Celle-ci évolue dans des limites trop étroites d'un sujet à son semblable. Il n'en est pas de même de la rupture de l'équilibre homéostasique sous l'influence d'une cause physiologique. Cet ébranlement présente des différences notables, en grandeur et en durée, qui sont la signature du tempérament individuel.

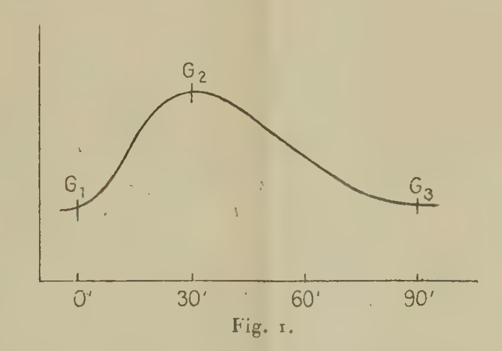


Fig. 1.

Il faut donc prendre, comme critères biométriques, trois points successifs d'une courbe d'ébranlement de la constante, caractérisant l'ampleur de la perturbation et sa durée.

Dans la courbe de glycémie post-prandiale, les points G_1, G_2, G_3 corres-

(*) Séance du 8 juin 1949.

pondant à la glycémie à jeun, 30 minutes, et 1 heure 30 après le repas d'épreuve, répondent à ces conditions.

Le rapport G_2/G_1 est fonction des facteurs hyperglycémiants (sympathicotonie); le rapport G_3/G_1 est fonction des facteurs hypoglycémiants (vagotonie).

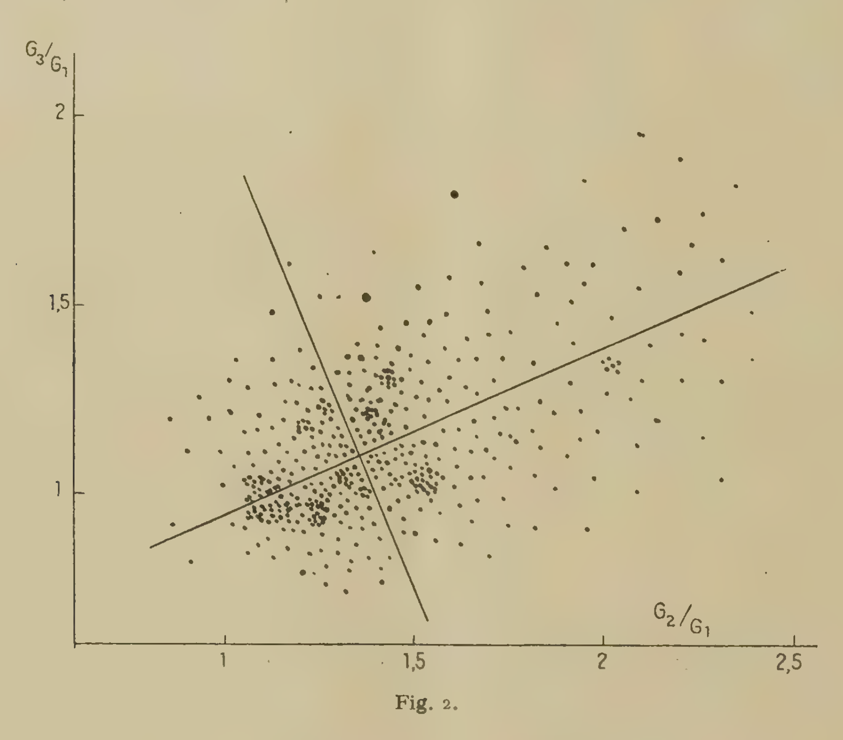


Fig. 2.

La position du sujet sur un système de référence ayant comme ordonnée G_3/G_1 et comme abscisse G_2/G_1, permet d'analyser son équilibre neuro-végétatif par rapport au sujet normal le plus central, dont le rapport G_2/G_1 est égal à 1,325 et le rapport G_3/G_1 à 1,10 dans une population de 923 sujets examinés.

Autour de ce point central A, les 923 sujets normaux se dispersent en un nuage, auquel les règles de la statistique permettent de reconnaître deux axes perpendiculaires $S^- S^+$ et $V^- V^+$.

La situation de chaque point du nuage par rapport aux deux axes $S^- S^+$ et $V^- V^+$, permet de caractériser respectivement son tonus sympathique et son tonus vagal par rapport au sujet central, considéré comme normal.

Les sujets situés dans le cadran I ont un tonus équilibré en hypertonie. Ceux du cadran III sont équilibrés en hypotonie. Les sujets du cadran II sont déséquilibrés par hypertonie vagale, ceux du cadran IV déséquilibrés par hypertonie sympathique.

Or la constance glycémique normale est l'expression d'un équilibre neurohumoral et de la régulation nutritive d'un débit.

Pour les sujets hypertoniques ou hypotoniques (cadrans I et III) équilibrés, le tonus autonome n'apporte aucune entrave à la régulation nutritive.

Pour les sujets végétativement déséquilibrés au contraire, dans le cadran II (hypertonie vagale) l'homéostasie réclamera une accélération du débit glucosé; dans le cadran IV (hypertonie sympathique) l'homéostasie implique une restriction du débit nutritif.

Ces données sont actuellement appliquées à l'analyse de 1750 observations de diabète sucré.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Utilisation des gels de silice pour l'amélioration des souches de Pénicillium en vue de la production de pénicilline.* Note de M. **Henry Deshayes** et Mlle **Marcelle Peyré**, présentée par M. Paul Pascal.

Nous avons cherché s'il était possible d'obtenir la conservation et éventuellement l'accroissement d'activité des spores de *Pénicillium*, producteur de pénicilline, sans avoir recours aux procédés classiques d'isolement monosporique, soit sur la population mère telle qu'elle, soit après mutations provoquées.

Nous avons pensé que la seule action d'un milieu convenablement choisi devait permettre d'atteindre ce résultat, et cela en n'effectuant que des repiquages massifs et successifs des cultures sur ce milieu.

Autrement dit, en présence de deux procédés, dont l'un consiste à isoler des individus dans une population hétérogène, suivre leur descendance, garder les bons et rejeter les mauvais, et l'autre qui consiste à prendre cette population hétérogène, à l'homogénéiser et à l'améliorer massivement, uniquement par l'action du milieu, nous avons choisi le second qui, s'il n'est pas classique, serait infiniment plus simple s'il réussissait.

Nous décrivons ici les résultats de la première série d'expériences qui nous ont permis de répondre affirmativement à la question posée.

Voici les milieux de sporulation utilisés :

S : gel de silice dans des boîtes de Pétri préparé selon les techniques habituelles par HCl imprégné d'un milieu nutritif synthétique minéral sucré.

F_1, F_2, F_3, repiquages successifs en tubes sur gélosé à 20 °/₀₀, renfermant le milieu classique de sporulation de Moyer et Cogghil.

F_4, repiquage sur ce même milieu gélosé à 0,75 °/₀₀.

(Chaque ensemencement de sporulation à partir d'un milieu F est doublé d'un ensemencement sur 150$^{cm^3}$ par fiole d'un milieu de Moyer et Cogghil au corn steep couramment utilisé pour la production de pénicilline en surface; les contrôles des titres ici rapportés sont ceux du 10e jour effectués par la méthode de Heatley.)

La culture de démarrage est sur F_1 et les souches utilisées ne sont jamais

encore passées sur Silicogel. A partir de la boîte de Silicogel, nous appellerons conventionnellement Série les passages successifs de sporulation S, F_1, F_2, F_3, F_4.

Les silicogels sont ensemencés à partir de la F_2 à raison de 1 boîte par tube à la première série et 2 boîtes par tube à la deuxième, sauf 2 tubes pour lesquels il n'y en eu qu'une.

Nous sommes partis de 20 tubes d'origine différente; la production de la F_1 donnait en moyenne 146 unités de pénicilline au centimètre cube avec comme extrêmes 80 et 280.

On constate d'abord une chute progressive nette et systématique de tous les titres.

Après le premier silicogel, les titres se stabilisent à une valeur inférieure au titre initial.

Après le deuxième passage, on constate que :

1° 6 silicogels ont donné des spores de titre inférieur ou égal à 100 (moyenne 88), 23 titrent plus de 150 (moyenne 200).

2° 24 ont donné des spores ayant retrouvé le titre initial ou l'ayant très largement dépassé, 5 ont notablement baissé, 3 ont donné des cultures qui n'ont pas titré, 6 n'ont pas poussé sur le silicogel (ces 9 derniers n'ont pas été comptés dans les moyennes des titres du Tableau I). On constate en outre, par l'examen de la colonne des écarts, que l'amélioration ou la diminution du titre est indépendante de la valeur initiale : on a considéré qu'une souche avait changé de valeur quand l'écart pour cent entre F et la moyenne de la troisième série dépassait + 33 ou — 35 %.

Tableau I.

Série n° (démarrage).	F_1.	F_2.	F_3.	F'_1.	F'_2.	F'_3.	$\frac{F'_4}{F''_1}$	F''_2.	F''_3.	F''_4.	Moyenne par cycle.
I	146	53	37	–	–	–	–	–	–	–	78
	–	–	S¹	63	63	56	99	–	–	–	70
II	–	–	–	–	–	S²	54	94	86	120	88
							177	170	229	222	200

Tableau II.

Lignées qui	ont dépassé le titre initial.			ont retrouvé le titre initial.			ont baissé.		
Nombre de boîtes.	9			15			5		
	Moyenne			Moyenne			Moyenne		
	F_1.	3ᵉ série.	écart.	F_1.	3ᵉ série.	écart.	F_1	3ᵉ série.	écart.
Chiffres extrêmes..	80	200	+ 150	80	78	0	110	72	— 35
	150	200	+ 33	130	103	— 23	170	62	— 63
	–		–	140	173	+ 19	220	152	— 31
	170	355	+ 110	280	230	— 18	280	90	— 68
Chiffres moyens...	116	230	+ 98	131	131	0	190	90	— 53

En résumé, il est possible, uniquement par passage sur gel de silice imprégné d'un milieu synthétique minéral sucré, sans faire d'isolement monosporique et en n'effectuant que des repiquages massifs de population, d'augmenter la valeur d'une souche de Pénicillium. A partir de souches qui n'étaient jamais passées sur gel de silice, nous avons donné ici les résultats observés après les deux premiers passages sur ce milieu : 25 % ont perdu leur titre, 75 % ont été revalorisées; 47 % ayant retrouvé le titre initial, 28 % ayant dépassé sensiblement ce titre.

Dans une prochaine Note, nous étudierons l'influence de nombreux passages successifs sur ce même milieu.

HISTOCHIMIE. — *Particularités de l'évolution nucléolaire au cours de l'ovogenèse chez* Limnæa stagnalis *L.* Note (*) de Mlle **Lucie Arvy**, présentée par M. Louis Fage.

Les recherches histophysiques de l'école de Caspersson [1] ont mis en évidence l'importance du nucléole dans le métabolisme protidique de la cellule. Cette notion est illustrée par les travaux histochimiques de l'école de Raven [2], consacrés à l'ovogenèse et à la segmentation chez *Limnæa stagnalis* L. L'étude histochimique de l'ovogenèse chez *Limnæa stagnalis* nous permet de compléter la description des modifications nucléolaires par des résultats ayant trait aux ribonucléines, aux protéides contenant de la tyrosine et aux phosphatases alcalines.

1° *Ribonucléines pyroninophiles.* — L'étude des ribonucléines pyroninophiles avec contrôle par une ribonucléase Brachet, [3] montre que l'*ovocyte très jeune* fixe la pyronine du mélange de Unna au niveau du cytoplasme et du nucléole. Ce dernier est petit et homogène. Il existe encore un réseau chromatinien Feulgen-positif; le nucléole est Feulgen-négatif. L'*augmentation de l'ovocyte* va de pair avec la disparition de l'acide thymonucléique du noyau, à part quelques granules qui persistent, en s'accolant en un petit amas à la surface du nucléole. Ce dernier augmente de taille et émet de petites vésicules, pauvres en ribonucléines, qui grossissent, se libèrent du nucléole et émigrent vers la membrane nucléaire. Les coupes sériées montrent que ces vésicules sont émises par tout le pourtour du nucléole et sont, en définitive, très nombreuses. Les ribo-

---

(*) Séance du 13 juin 1949.

(1) B. Thorell, *Thèse*, Stockholm, 1947.

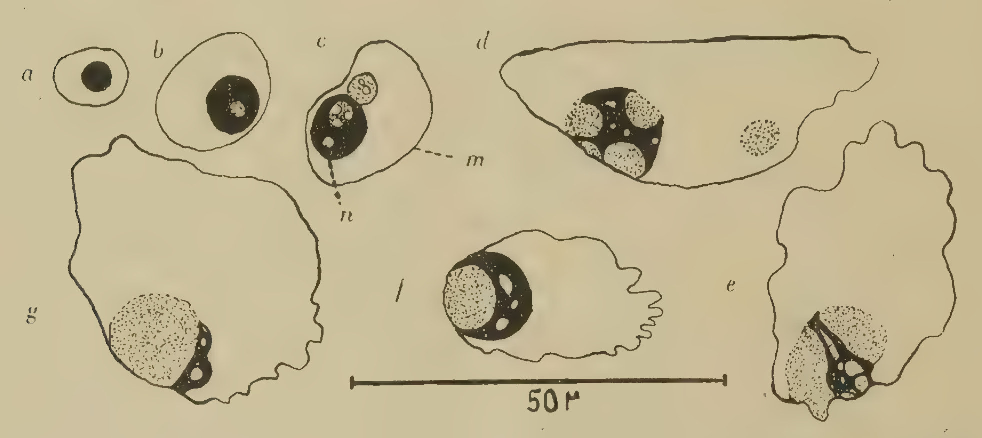
(2) M. W. Wœrdemann et Ch.-P. Raven, *Experimental Embryology in the Netherlands*, 1940-45, Amsterdam, 1946).

(3) *C. R. Soc. Biologie*, 1940, 133, p. 88.

nucléines pyroninophiles du nucléole diminuent parallèlement à l'émission de ces vésicules; quand l'ovocyte a terminé son évolution, le nucléole a disparu.

2° *Protéides contenant de la tyrosine.* — La réaction de Millon-Bensley montre que le cytoplasme, le nucléole et les vésicules émises par ce dernier contiennent de la tyrosine. Le nucléoplasme en est dépourvu.

3° *Phosphatases alcalines.* — La réaction de Gomori et celle de Bourne montrent la présence d'une phosphatase alcaline dans le cytoplasme, dans le nucléole et dans les vésicules émises par celui-ci. La présence de fer dans le cytoplasme et dans le nucléole de l'ovocyte [Bretschneider (2)], gêne l'interprétation des préparations obtenues par la technique de Gomori. Nous avons pu tourner la difficulté en comparant les préparations obtenues par la réaction de Gomori avec celles que donne la réaction de Bourne ainsi que par la pratique de la réaction du bleu de Turnbull, après mise en évidence des phosphatases suivant Gomori. Dans ces conditions, le sulfure ferreux est transformé en ferricyanure ferreux, bleu, alors que le sulfure de cobalt reste brun foncé.



Les ribonucléines pyroninophiles sont en noir, les vésicules nucleolaires en pointillé; *m*, membrane nucléaire; *a*, noyau d'un ovocyte très jeune à nucléole uniformément pyroninophile; *b*, noyau d'un ovocyte jeune, apparition d'une vésicule nucléolaire; *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, stades ultérieurs de l'évolution dn nucléole.

En somme, le nucléole de l'ovocyte devient hétérogène au cours de l'ovogenèse; au voisinage de zones fortement pyroninophiles, on trouve des zones colorées en rose pâle par la pyronine du mélange de Unna, ainsi que des zones colorées en gris bleu. L'hétérogénéité du nucléole à certains stades de l'ovogenèse apparaît d'ailleurs après emploi des colorants basiques, et de nombreux auteurs ont décrit, depuis Balbiani (4), des structures nucléolaires; leur interprétation histochimique n'a été rendue possible que par les recherches

(4) Henneguy, *Leçons sur la cellule*, Paris, 1896, p. 104.

récentes. Chez les Polyplacophores, Gabe et Prenant ([5]) rapportent des particularités histochimiques semblables du nucléole au cours de l'ovogenèse.

La nature protéidique des émissions nucléolaires est démontrée, chez *Limnæa stagnalis*, par la réaction de Millon-Bensley; on saisit ainsi sur le vif l'intervention nucléolaire dans l'élaboration intracellulaire de protéides. La présence d'une phosphatase dans le nucléole et dans ses émissions ne saurait surprendre, puisque l'on connaît l'intervention des phosphatases dans les synthèses protéidiques.

Conclusion. — Au cours de la vitellogenèse chez *Limnæa stagnalis* L., le nucléole augmente de volume pendant que disparaît l'acide thymonucléique du nucléoplasme. Dans un deuxième temps, il diminue par suite de l'émission de vésicules faiblement pyroninophiles, uniformément riches en protéides contenant de la tyrosine, et en phosphatase alcaline. Ces vésicules émigrent vers la membrane nucléaire, qui présente des plissements au niveau desquels les vésicules émises par le nucléole passent dans le cytoplasme où se poursuit la synthèse du vitellus.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Comparaison de deux souches, l'une américaine, l'autre française, du virus de la lymphogranulomatose vénérienne.* Note (*) de M. **Pierre Lépine** et Mlle **Valentine Sautter**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Des arguments cliniques et expérimentaux [comme la difficulté d'isoler directement le virus de la maladie de Nicolas et Favre par passage de l'Homme à la Souris ([1]) observée en Europe au contraire de ce qu'on observe en Amérique] donnent à penser qu'il existe des différences entre les souches de lymphogranulomatose vénérienne, plus spécialement entre les souches américaines et européennes.

Nous avons comparé une souche américaine [souche Rake ([2])] avec la souche française classique Kam [isolée le 23 octobre 1930, étudiée par C. Levaditi, P. Ravaut, P. Lépine et R. Schoen ([3]), J.-C. Levaditi ([4]), R. Schoen ([5])] ayant subi un grand nombre de passages intracérébraux

---

([5]) *La Cellule* (sous presse).

(*) Séance du 13 juin 1949.

([1]) J.-C. Levaditi, P. Lépine, P. Vinzent et L. Reinié, *Ann. Inst. Pasteur*, 76, 1949, p. 369.

([2]) Cette souche nous a été adressée sous forme de sac vitellin lyophilisé le 4 octobre 1946, représentant le 23e passage de la souche, par le Dr J.-E. Smadel, Department of Virus and Rickettsial Diseases, Army Medical Center, Washington, D. C., qui l'avait lui-même reçue du Dr Joffrey Rake, Squibb Institute of Medical Research, New Brunswick, N. J.

([3]) *Ann. Inst. Pasteur*, 48, 1932, p. 27.

([4]) *La Maladie de Nicolas Favre expérimentale*, Paris, 1936.

([5]) *Ann. Inst. Pasteur*, 62, 1939, p. 260-282; *ibid.*, 65, 1940, p. 336-356.

d'abord sur le Singe puis sur la Souris. Alors que la souche Rake se cultive facilement dans le sac vitellin de l'œuf de Poule embryonné, la souche Kam n'a pu y être adaptée qu'après 15 essais infructueux; cette adaptation obtenue en 1947 s'est montrée pendant deux ans irrégulière et fragile.

L'une et l'autre des deux souches déterminent les lésions de la lymphogranulomatose cérébrale de la Souris, avec production, à la période aiguë, de kystes intra-cérébraux et, chez les souris survivantes, évolution vers un type chronique accompagné d'hydrocéphalie. Toutefois, la souche Kam marque pour la région de l'infundibulum une prédilection marquée, non retrouvée avec la souche Rake et surtout, alors que chez cette dernière souche la virulence cérébrale des souris ne dépasse pas le 20-22e jour d'après nos essais, les souris chroniquement infectées avec le virus Kam demeurent indéfiniment porteuses de virus. Cependant, la virulence cérébrale de la souche Kam, qui atteint 10^{-5} à la période aiguë, n'excède pas habituellement 1/500 à la phase chronique.

Notons que l'une et l'autre de ces deux souches sont utilisées à la préparation d'antigènes, soit pour la déviation du complément, soit pour intradermo-réaction de Frei.

Nous avons comparé le degré de protection que chacune des deux souches peut assurer contre une réinoculation soit par l'une soit par l'autre d'entre elles.

Des lots de souris sont préparés par injections intracérébrales et les survivantes (132 souris) réinoculées en prenant pour test :

a. La comparaison de la mortalité par rapport à des lots de souris témoins recevant à titre de première inoculation le même virus que celui de l'épreuve;

b. Chez des souris éprouvées, sacrifiées systématiquement le 7e jour, la recherche des lésions aiguës (formation de kyste, afflux leucocytaire) se superposant aux lésions chroniques dont elles sont déjà porteuses.

Dans ces conditions on observe :

1° *Souris Kam éprouvées avec virus Kam*. — Ces souris présentent une résistance certaine. Leur immunité n'est néanmoins pas totale car un petit nombre de souris dans chaque lot peuvent être réinfectées.

2° *Souris Kam éprouvées avec virus Rake*. — L'immunité observée est très faible. Le plus grand nombre des souris présentent des lésions aiguës. Éprouvées le 23e jour, la mortalité est la même chez les souris éprouvées et chez les témoins.

3° *Souris Rake éprouvées avec virus Rake*. — On n'observe pas d'immunité. Il n'y a pas de différence ni histologique ni de mortalité entre les souris éprouvées et les témoins.

4° *Souris Rake éprouvées avec virus Kam*. — Pas d'immunité. Le pourcentage des décès est plus élevé (du fait des lésions pré-existantes) chez les souris éprouvées que chez les témoins. Toutes les souris présentent des lésions aiguës.

Conclusion. — 1° Sans préjuger de l'existence des anticorps tissulaires

[Grabar et Schoen (6)], il semble que la résistance à l'infection intra-cérébrale de la Souris soit due à la persistance du virus plutôt qu'à la seule existence de lésions chroniques.

2° Le comportement de la souche Rake (américaine) et celui de la souche Kam (européenne) s'avèrent nettement différents. Malgré le nombre des passages sur animal, il ne semble pas qu'il s'agisse là d'un caractère acquis de la souche Kam, déjà étudiée à plusieurs reprises.

S'il paraît établi que les souches américaines présentent un type uniforme [Rake et Jones (7), Hamre et Rake (8), Saint-John et Gordon (9)], la rareté des souches européennes, dont la souche Kam est la seule régulièrement entretenue, ne permet pas de dire si cette dernière représente, comme on peut le penser, le type général de notre continent.

A 15h45m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h30m.

L. B.

---

(6) *Bull. Soc. Chimie biol.*, 23, 1941, p. 281 et 291.

(7) *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, 53, 1943, p. 86; et *J. exp. Med.*, 79, 1944, p. 463.

(8) *J. inf. Dis.*, 74, 1944, p. 206.

(9) *J. inf. Dis.*, 80, 1947, p. 297.

ERRATA.

(*Comptes rendus* du 9 mai 1949.)

Note présentée le même jour, de Mlle *Hélène Poussel*, Sur les actions toxiques des isomères de l'hexachlorocyclohexane :

Page 1533-1535, dans le texte de cette Note, *au lieu de* la daphnie, *lire* le *Gammarus.*

(*Comptes rendus* du 16 mai 1949.)

Note présentée le 9 mai 1949, de M. *Henri Guérin*, Mlle *Jeannine Masson* et M. *Marc Bassière*, Sur les arsénites alcalino-terreux. Étude du système As_2O_3—OBa—OH_2 à 60°.

Page 1589, 28e ligne, au début, *au lieu de* puit, *lire* puisse.

Note présentée le 2 mai 1949, de M. *François H. Raymond*, Remarque sur la stabilité en connexion avec les valeurs propres d'une matrice :

Page 1565, 3e ligne, *au lieu de* inférieur à l'unité, *lire* inférieur à $1/n$ (n étant leur ordre).

(*Comptes rendus du* 30 mai 1949.)

Note présentée le 16 mai 1949 de Mmes *Nadine Marty*, *Jeanne Laberrigue* et *Hélène Langevin*, Étude du spectre β et des rayonnements γ du ^{76}As :

Page 1722, 2e ligne du titre, *au lieu de* Jeanne Labeyrigue, *lire* Jeanne Laberrigue.